



Universidad de Granada
Facultad de Filosofía y Letras
Departamento de Prehistoria y Arqueología

TESIS DOCTORAL

***CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA, SOCIAL Y ADAPTACIÓN
FUNCIONAL DE CERÁMICAS PREHISTÓRICAS EN EL OESTE Y
SURESTE DE MALLORCA (1700-50 BC)***

*Aproximación sincrónica y diacrónica a partir del estudio
arqueométrico de pastas*



Daniel José Albero Santacreu

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Daniel José Albero Santacreu
D.L.: GR 3795-2011
ISBN: 978-84-694-4456-6

Universidad de Granada
Facultad de Filosofía y Letras
Departamento de Prehistoria y Arqueología

TESIS DOCTORAL

***CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA, SOCIAL Y ADAPTACIÓN
FUNCIONAL DE CERÁMICAS PREHISTÓRICAS EN EL OESTE Y
SURESTE DE MALLORCA (1700-50 BC)***

*Aproximación sincrónica y diacrónica a partir del estudio
arqueométrico de pastas*

Autor:

Daniel José Albero Santacreu

Directores:

Dra. Josefa Capel Martínez

Profesora Titular

Departamento de Prehistoria y Arqueología

Universidad de Granada

Dr. Manuel Calvo Trías

Profesor Titular

Departament de Ciències Històriques i Teoria
de les Arts

Universitat de les Illes Balears

2011

*“He aquí mi secreto, que no puede ser más simple: sólo con el corazón se puede
ver bien; lo esencial es invisible para los ojos...
Lo que hace más importante a tu rosa, es el tiempo que tú has perdido con ella.”*

El principito, A. de Saint-Exupéry

A mis padres.

A mi hermana.

A Lucía.

Agradecimientos

La Tesis Doctoral que a continuación se presenta supone un arduo trabajo de formación e investigación realizado durante varios años de sacrificio y esfuerzo ininterrumpido en el que han participado de forma altruista un gran número de personas e instituciones. En este sentido, todos ellos, en mayor o menor grado, han colaborado en hacer posible este trabajo. Sin la ayuda de todos y cada uno de ellos no habría sido posible que este trabajo llegase a buen puerto y viese la luz. Entre éstos, quiero agradecer profundamente la dedicación y el ímpetu que han puesto los dos directores de esta obra, ellos han estado continuamente apoyándome en este duro camino y no cabe más que reconocer su importante labor, tanto en el ámbito personal como profesional.

Por un lado, agradecer a la Dra. J. Capel Martínez (Universidad de Granada) el haber posibilitado y contribuido significativamente a mi introducción en el mundo de la arqueometría cerámica, tanto en el ámbito profesional como académico. En este marco, han resultado muy gratificantes los innumerables conocimientos que me ha transmitido la fuente inagotable de sabiduría que representa la Dra. Capel, así como las interesantes discusiones que hemos desarrollado en sucesivas ocasiones. A Pepa, nada más tengo que agradecer el haberme dedicado su tiempo así como la enorme confianza depositada en mí, que espero se haya visto justamente correspondida y recompensada. También señalar que muchas de las analíticas y bases metodológicas de este trabajo se han desarrollado bajo el proyecto HUM 2004-04863. *Caracterización tecnofuncional y funcional de cerámicas arqueológicas mediante análisis mineralógicos y bioquímicos*, del que la investigadora principal es la Dra. J. Capel Martínez.

Por otro lado, estoy en deuda con el Dr. M. Calvo Trías (Universidad de las Islas Baleares), a él debo mi inicio en el mundo de la arqueología y mi dedicación por la prehistoria de las Islas Baleares. Su entusiasmo diario y constante por todo lo que esta disciplina representa no ha hecho más que generar mi admiración y ha marcado un modelo sobre el que construir mi persona, y sobre el que ir avanzando con paso firme en este mundo. En este sentido, no resulta exagerado afirmar que resulta un privilegio poder reflexionar, debatir, trabajar e investigar con él. En definitiva, no cabe más que gratificación y respeto hacia toda la confianza que el Dr. Calvo ha depositado en mí, así como por todas las oportunidades que me ha brindado a lo largo de todos estos últimos 10 años.

Dentro de las personas a las que debo gratitud hay que señalar al Dr. V. Guerrero que además de transmitir importantes conocimientos acerca de la Prehistoria Balear, siempre me ha inculcado su aprecio por el esfuerzo y el trabajo incansable. Muchos de los planteamientos desarrollados en este trabajo nacen de los proyectos HUM 2004-00750HIS: *Recursos y subsistencia en un medio insular mediterráneo. Las comunidades humanas baleáricas durante la prehistoria* y HAR2008-00708: *Producir, consumir, intercambiar. Explotación de recursos y relaciones externas de las comunidades insulares baleáricas durante la prehistoria reciente* de los que él es investigador principal. Así mismo, desde ambos proyectos se han financiado la amplia mayoría de las analíticas de esta tesis. Por tanto, nada más que agradecer el apoyo mostrado continuamente.

Dentro de las personas y las instituciones que han hecho posible este trabajo no puedo olvidar a varios investigadores del departamento de *Conservation, documentation & Science* de *The British Museum*. En este sentido debo agradecer primero a la Dra. Catherine Higgitt el haber hecho posible mi estancia en este centro investigador y haber depositado su confianza en mí. También estoy en profunda deuda con el Dr. Andrew Middleton, la Dra. Roberta Tomber y la Dra. Michela Spataro, importantes investigadores en el campo que nos ocupa que ofrecieron su tiempo y sus conocimientos para iniciarme en los estudios petrográficos y en otras técnicas analíticas, así como por su ayuda en el análisis de parte de los materiales de esta tesis. Todas las conversaciones y reflexiones mantenidas con ellos resultaron, sin duda, muy fructíferas tanto en el ámbito personal como profesional. Finalmente, agradecer a la Dra. Caroline Cartwright el haber dedicado su tiempo y esfuerzo al estudio preliminar de los restos orgánicos identificados en parte del registro analizado. En definitiva, sólo cabe gratitud hacia estas personas y agradecerles el haberme hecho sentir uno más del equipo y el estar “como en casa”.

Por otro lado, debo eterno agradecimiento al Dr. M. A. Cau Ontiveros y la Dra. E. Tsantini (ERUAB, Universidad de Barcelona) por toda la ayuda y colaboración desinteresada prestada en el estudio de las cerámicas. Estos importantes investigadores constituyen un marco de referencia y un modelo a seguir en los estudios de arqueometría cerámica y su colaboración, sus conocimientos, sus críticas y sugerencias han sido cruciales para desarrollar múltiples aspectos de este trabajo. En este sentido, no me cabe más que admiración hacia ellos y por su pasión hacia el conocimiento generado a partir de la arqueometría cerámica.

Por otro lado, no se puede dejar de lado toda la ayuda y el asesoramiento prestados por el Dr. Luís Pomar y, en especial, por el Dr. Joan Fornós (Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de las Islas Baleares). A este último investigador le agradezco profundamente desde la gestión realizada de algunas analíticas hasta el haberme facilitado el acceso a las instalaciones del Departamento de Ciencias de la Tierra. También estoy en deuda por todas las correcciones y consejos que el Dr. J. Fornós ha realizado sobre el texto definitivo sin ningún ánimo de lucro.

Finalmente, debo señalar las importantes aportaciones realizadas por el Dr. G. Mateu Vicens (MARUM University of Bremen/Departamento de Ciencias de la Tierra, UIB), sin cuya colaboración no hubiera sido posible realizar el estudio de los microfósiles presentes en las cerámicas y las arcillas. A este investigador y amigo le debo una enorme gratitud.

También quiero agradecer al Director del *Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, Dr. Fernando Molina y al Dr. Fco. Contreras, el haber puesto a mi disposición el *Laboratorio de Arqueometría Dr. A. Arribas* y todo el instrumental necesario para el desarrollo de la investigación. Y al Dr. J. A. Esquivel por su asesoramiento en lo correspondiente al análisis estadístico.

Por otra parte, agradecer a todos los miembros del Área de Prehistoria de la Universidad de las Islas Baleares y del grupo de investigación *Arqueobalea* por todo el apoyo, comprensión y ánimo que me han ofrecido durante el transcurso de la elaboración de esta tesis, así como el haber seleccionado y puesto a mi disposición parte de las muestras y la información tipológica y contextual necesaria para este estudio. Entre ellos me gustaría destacar al Sr. E. García Amengual, Sr. D. Javaloyas, Sra. Magdalena Sastre, Sr. G. Servera y, cómo no, a mis compañeras Sra. E. Gloaguen y Sra. M^a Calderón que me han apoyado en todo momento.

Finalmente, dentro del ámbito académico, tengo que agradecer a múltiples personas que han colaborado en la preparación y el análisis de muchas de las muestras estudiadas. En primer lugar, agradezco profundamente la ayuda y el asesoramiento prestado por el Dr. Romualdo Seva (Laboratorio de Arqueometría de la Universidad de Alicante) quien, en todo momento, me ha prestado su colaboración con enorme eficiencia y solvencia.

Por otro lado algunos análisis se han desarrollado en la *Sección de Fisicoquímica y Geoquímica mineral de la Estación Experimental del Zaidín (C.S.I.C.)* de Granada. Me gustaría agradecer al centro como al Director del *Departamento de Geoquímica Ambiental* el haberme permitido desarrollar parte de esta investigación en sus instalaciones. Finalmente, tengo que agradecer la ayuda prestada y todas las facilidades ofrecidas por el Dr. F. Hierro y el Dr. J. Cifre del *Laboratorio de Propiedades Físicas* de los Servicios Científico-Técnicos de la Universidad de las Islas Baleares.

Por último, dar las gracias al *Programa de Becas de Movilidad para alumnos que cursan Programas de Doctorado que hayan obtenido la Mención de Calidad*, concedido por el Ministerio de Educación y Ciencia en la convocatoria 2005-06. También agradecer al Programa de Becas Leonardo gestionado por la CAEB el haber posibilitado y subvencionado parte de mi estancia en el Museo Británico de Londres.

Finalmente, en el estricto ámbito personal, pero no menos importante, me gustaría dar mi más profundo agradecimiento a toda mi familia, en especial a mis padres y a mi hermana, que desde siempre me han dado todo su cariño y afecto. También a mis amigos, en especial a Sr. J. Rigo, Sr. J. Vaquer y Sr. E. Mateo, que a pesar de mi ausencia nunca me han dado la espalda. Para acabar, mi mayor gratitud en todo este tiempo de trabajo es para Lucía Puerta,...mi luz en los momentos más oscuros. Sin ella, sin su apoyo constante, ayuda, cariño y comprensión nada de esto hubiera sido posible, estoy en eterna deuda con ella. En definitiva, todas estas personas han estado siempre ahí apoyándome y animándome, han colaborado en que sea mejor persona y han conseguido que esta ardua tarea fuera un poco menos pesada, a todos ellos debo mil gracias y una disculpa por todo el tiempo que no les pude dedicar. Finalmente, recordar a mis abuelos, a quienes seguro les hubiera gustado ver esta obra y cuyo amor nunca olvidaré. A los que están por llegar.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN, CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS

1. INTRODUCCIÓN.....	18
1.1. Arqueometría cerámica.....	20
1.1.1. Antecedentes de estudios arqueométricos en Baleares.....	23
1.2. Etnografía, etnoarqueología y etnoarqueometría.....	28
1.3. Cerámica y experimentación.....	35
2. OBJETIVOS.....	43
2.1. Objetivos generales.....	43
2.2. Objetivos específicos.....	45
2.3. Objetivos finales.....	47

CAPÍTULO 2: ÁREA DE ESTUDIO Y PERIODIZACIÓN

3. PERIODIZACIÓN.....	51
4. AREAS Y YACIMIENTOS ESTUDIADOS.....	57
4.1. Estrategia sincrónico-espacial: el área de <i>Santa Ponça</i>	59
4.1.1. <i>Santa Ponça</i> y su contexto natural.....	62
4.1.1.1. Descripción geográfica.....	62
4.1.1.2. Breve aproximación a la geología de Mallorca.....	64
4.1.1.3. Geomorfología del área de <i>Santa Ponça</i>	68
4.1.1.4. Reconstrucción paleo-ecológica del área.....	71
4.1.2. <i>Santa Ponça</i> y su contexto histórico.....	72
4.1.2.1. Trabajos arqueológicos desarrollados en la zona.....	72
4.1.2.2. El asentamiento humano en el área de <i>Santa Ponça</i>	74
4.1.3. Turriforme escalonado de <i>Son Ferrer</i>	79
4.1.3.1. Fase Bronce Antiguo (1650-1500 BC).....	80
4.1.3.2. Fase Bronce Final (1100-900 BC).....	82
4.1.3.3. Fase Talayótica (900-500 BC).....	84
4.1.3.4. Fase Postalayótica (500-75 BC).....	86

4.1.4. <i>Turó de les Abelles</i>	90
4.1.4.1. Descripción del yacimiento.....	90
4.1.4.2. Estructuras relacionadas con los materiales.....	92
4.1.4.3. Materiales hallados en el yacimiento.....	96
4.1.4.4. Cronología del asentamiento.....	98
4.1.5. <i>Puig de Sa Morisca</i>	101
4.1.5.1. Torre I.....	104
4.1.5.2. Torre III.....	113
4.1.5.3. Área del poblado.....	114
4.2. Estrategia diacrónica: el área de <i>Porto Colom</i>	117
4.2.1. Descripción geográfica.....	118
4.2.2. Contexto geomorfológico.....	119
4.2.3. <i>Closos de Can Gaià</i>	121
4.2.3.1. Niveles del Bronce Antiguo.....	122
4.2.3.2. Niveles del Bronce Medio.....	125
4.2.3.3. Niveles del Bronce Final.....	126

CAPÍTULO 3: MUESTREO Y METODOLOGÍA ANALÍTICA.

5. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MUESTRAS.....	132
5.1. Selección de muestras.....	132
5.1.1. Cerámicas.....	133
5.1.2. Otros materiales arcillosos.....	137
5.1.2.1. Material de cubiertas arquitectónicas.....	138
5.1.2.2. Adobes.....	138
5.1.2.3. Pesas de telar.....	139
5.1.2.4. Ecofactos de arcilla.....	139
5.1.2.5. Pica.....	140
5.1.3. Arcillas del entorno.....	140
5.1.4. Limitaciones metodológicas y de muestreo.....	140
6. TÉCNICAS Y MÉTODOS.....	144
6.1. Análisis de texturas.....	147
6.1.1. Estudios de texturas: estado de la cuestión.....	148
6.1.2. Procedimiento utilizado: análisis de imagen.....	151

6.1.3. Metodología de trabajo.....	152
6.1.3.1. Adquisición, detección y edición de imágenes.....	153
6.1.3.2. Segmentación de la imagen y mediciones.....	155
6.2. Difracción de Rayos X (DRX).....	159
6.2.1. Metodología de trabajo.....	159
6.2.2. Análisis cualitativo.....	163
6.2.3. Análisis semi-cuantitativo.....	165
6.3. Análisis petrográfico.....	169
6.3.1. Metodología de trabajo.....	170
6.3.2. Establecimiento de petrofábricas.....	172
6.3.1.1. Caracterización petrológica.....	173
6.3.1.2. Composición textural.....	174
6.3.3. Aplicación arqueológica de los petrogrupos.....	176
6.3.3.1. Procedencia de las materias primas.....	176
6.3.3.2. Proceso de fabricación.....	178
6.4. Fluorescencia de Rayos X (FRX).....	180
6.4.1. Metodología de trabajo.....	180
6.4.2. Análisis químicos y cerámicas: el postulado de procedencia.....	182
6.4.3. Establecimiento de Grupos de Referencia.....	189
6.4.4. Análisis estadístico.....	192
6.4.5. Limitaciones metodológicas.....	197
6.5. Microscopio Electrónico de Barrido (SEM).....	199
6.6. Análisis paleontológico.....	204
6.7. Métodos térmicos.....	208
6.8. Análisis estadístico.....	210
6.8.1. Análisis univariante.....	211
6.8.2. Análisis bivariante.....	212
6.8.3. Análisis multivariante.....	213

CAPÍTULO 4: ARQUEOMETRÍA DE LOS RECURSOS.

7. MARCO TEÓRICO.....	216
7.1. La gestión de las materias primas.....	216
7.2. Materias primas arcillosas.....	218

7.3. Arcillas y registro arqueológico.....	220
7.3.1. Arcillas y estudios de procedencia.....	221
7.3.2. Materias primas y tecnología.....	222
7.4. Consideraciones finales.....	224
7.5. Estudios aplicados al análisis de arcillas potenciales.....	226
7.5.1. Perspectivas y tendencias.....	226
7.5.2. Antecedentes en las Islas Baleares.....	229
8. MUESTREO, RUTINA ANALÍTICA Y EXPERIMENTAL.....	230
8.1. Selección de arcillas.....	230
8.1.1. Prospecciones.....	232
8.1.2. Test de plasticidad.....	235
8.1.3. Criterios geológicos.....	235
8.2. Aproximación analítica.....	240
8.2.1. Análisis mineralógico.....	242
8.2.1.1. Minerales de la arcilla.....	243
8.2.1.2. Minerales accesorios.....	247
8.2.2. Análisis granulométrico.....	250
8.2.2.1. Arcillas muy finas.....	253
8.2.2.2. Arcillas ricas en limos y arenas finas.....	255
8.2.3. Estudio paleontológico.....	258
8.2.3.1. Arcillas del cretácico.....	260
8.2.3.2. Arcillas del paleógeno.....	262
8.2.3.3. Arcillas del pleistoceno.....	264
8.2.3.4. Arcillas del holoceno.....	264
8.3. Aproximación experimental.....	267
8.3.1. Preparación de muestras experimentales.....	268
8.3.2. Hidratación de las arcillas.....	269
8.3.3. Deshidratación de las arcillas.....	271
8.3.4. Porcentaje de agua de porosidad interna.....	273
8.3.5. Cocción experimental.....	275
8.3.5.1. Pérdida de peso tras la cocción.....	276
8.3.5.2. Análisis térmico de arcillas del terciario.....	280
8.3.5.3. Absorción y porosidad abierta del producto final.....	283

8.3.6. Clasificación de la gama cromática.....	285
9. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE MATERIAS PRIMAS.....	290
9.1. Diferencias en función de parámetros geomorfológicos.....	290
9.2. Grado de adecuación de las arcillas a la producción cerámica.....	292
9.2.1. Arcillas muy aptas.....	293
9.2.1.1. Arcillas del Paleógeno.....	293
9.2.1.2. Arcillas del Cretácico.....	298
9.2.2. Arcillas aptas.....	299
9.2.2.1. Arcillas del Holoceno (Santa Ponça).....	299
9.2.3. Arcillas poco aptas.....	300
9.2.3.1. Arcillas del Pleistoceno.....	300
9.2.3.2. Arcillas del Holoceno (Cala Viñas).....	302
9.3. Discusión.....	304
CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE MATERIALES ARQUEOLÓGICOS.	
10. ANÁLISIS QUÍMICO MEDIANTE FLUORESCENCIA DE RAYOS X.....	307
10.1. Análisis bivariado.....	308
10.2. Análisis multivariante.....	313
10.2.1. Análisis con CaO.....	315
10.2.2. Análisis sin CaO: Grupos de Referencia Composicional.....	326
10.3. Comparativa con los análisis químicos de Son Ferrer.....	347
10.4. Conclusiones del análisis químico mediante FRX.....	355
11. ANÁLISIS MINERALÓGICO Y PETROGRÁFICO DE CERÁMICAS.....	357
11.1. Análisis mineralógico mediante DRX.....	357
11.1.1. Análisis mineralógico cualitativo.....	357
11.1.2. Análisis mineralógico semi-cuantitativo.....	363
11.2. Análisis petrográfico.....	369
11.2.1. Petrogrupo 1.....	370
11.2.2. Petrogrupo 2.....	373
11.2.3. Petrogrupo 3.....	377
11.2.4. Petrogrupo 4.....	380
11.2.5. Individuos no clasificados.....	382
11.2.5.1. <i>Puig de Sa Morisca</i>	382

11.2.5.2. <i>Turó de les Abelles</i>	391
11.2.5.3. <i>Closos de Can Gaià</i>	397
11.3. Conclusiones del análisis mineralógico y petrográfico.....	404
12. ESTUDIO TEXTURAL MEDIANTE ANÁLISIS DE IMAGEN.....	407
12.1. Establecimiento de Grupos Texturales.....	408
12.1.1. Grupo Textural A.....	414
12.1.2. Grupo Textural B.....	418
12.1.3. Grupo Textural C.....	421
12.1.4. Grupo Textural D.....	430
12.2. Conclusiones del análisis textural.....	431
13. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE LOS MATERIALES CERÁMICOS..	438
13.1. Diferencias tecnológicas relacionadas con la matriz gruesa.....	438
13.2. Diferencias tecnológicas relacionadas con arcillas diferentes.....	448
13.2.1. Piezas fabricadas con pastas ferruginosas.....	448
13.2.2. Piezas fabricadas con pastas calcáreas de origen marino.....	453
13.2.3. Piezas asociadas a producciones aisladas.....	458
13.2.3.1. Piezas singulares (loners).....	459
13.2.3.2. Piezas mal clasificadas.....	464
14. ANÁLISIS DE MATERIALES ARCILLOSOS NO CERÁMICOS.....	486
14.1. Material de construcción.....	487
14.1.1. Material de impermeabilización de cubiertas.....	487
14.1.2. Adobes.....	493
14.2. Otros materiales.....	497
14.2.1. Pesas de telar.....	497
14.2.2. Ecofactos de arcilla.....	501
14.2.3. Pica del Turó de les Abelles.....	504
14.2.4. Arcilla de la cista de Closos de Can Gaià.....	506
14.3. Conclusiones.....	508
15. ALTERACIONES POSTDEPOSICIONALES.....	510
15.1. Fijación de fósforo alóctono.....	512
15.2. Calcita secundaria.....	514
15.2.1. Calcita secundaria parcialmente alóctona.....	515
15.2.2. Calcita de origen completamente alóctono.....	517

15.3. Incremento de cloro.....	521
15.4. Conclusiones.....	524
CAPÍTULO 6: CADENAS OPERATIVAS DE FABRICACIÓN: MATERIAS PRIMAS, TÉCNICAS Y SECUENCIAS.	
16. TECNOLOGÍA Y CADENA OPERATIVA: MARCO TEÓRICO.....	527
16.1. Técnicas, cadena operativa y tecnología: conceptos básicos.....	529
16.1.1. Técnicas: gesto técnico y elección tecnológica.	530
16.1.2. Introducción al concepto de Cadena Operativa.....	533
16.1.3. Tecnología y cerámica.....	536
17. SELECCIÓN DE ARCILLAS.....	548
17.1. Marco teórico.....	548
17.2. Arcillas utilizadas.....	553
17.2.1. Análisis de los minerales de la arcilla.....	554
17.2.2. Arcillas margosas o calcáreas.....	558
17.2.2.1. Cerámicas y arcillas del área de Porto Colom.....	563
17.2.2.2. Cerámicas y arcillas del área de Santa Ponça.....	564
17.2.3. Calizas margosas.....	572
17.2.4. Arcillas de decalcificación: terra rossa.....	575
17.2.4.1. Cerámicas.....	576
17.2.4.2. Material de construcción.....	579
17.2.5. Arcillas ferruginosas.....	580
17.2.6. Arcillas ígneas intrusivas (graníticas).....	582
17.3. Materia prima: disponibilidad y accesibilidad.....	584
17.3.1. Arcillas inaccesibles.....	586
17.3.2. Arcillas accesibles.....	587
17.4. Extracción de la arcilla.....	590
18. PREPARACIÓN DE LA PASTA.....	594
18.1. Depuración de la arcilla.....	597
18.1.1. Cerámicas.....	597
18.1.2. Material de construcción.....	601
18.2. Adición de desgrasantes.....	603
18.2.1. Calcita cristalina.....	606

18.2.2. Materia orgánica.....	614
18.2.2.1. Cerámicas.....	614
18.2.2.2. Material de construcción.....	621
18.2.3. Calcarenitas.....	624
18.2.4. Arenas.....	627
18.2.5. Chamota.....	629
18.2.6. Otras rocas.....	631
18.3. Mezcla de arcillas.....	634
19. MODELADO DE LAS PIEZAS: PASTA Y MODELADO.....	641
19.1. Pasta y modelado.....	641
19.1.1. Cerámicas.....	643
19.1.2. Material de construcción y otros materiales.....	646
19.2. Estudio del modelado a través de los análisis de pastas.....	648
19.2.1. Observación de las fracturas.....	649
19.2.2. Estudio de la orientación de los poros y los desgrasantes.....	651
20. PROCESO DE SECADO DE LAS PIEZAS CERÁMICAS.....	654
20.1. Aproximación teórica a la fase de secado.	654
20.2. Aproximación experimental a la fase de secado.....	656
20.2.1. Secado experimental de arcillas.....	657
20.2.2. Secado experimental de pastas.....	660
20.2.3. Conclusiones.....	665
21. APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE.....	666
21.1. Engobes.....	669
21.1.1. Engobes finos.....	672
21.1.2. Engobes gruesos.....	677
21.1.3. Otras aplicaciones arcillosas.....	681
21.2. Otros tratamientos de superficie.....	684
21.2.1. Bruñidos.....	686
21.2.2. Espatulados.....	687
22. PROCESO DE COCCIÓN DE LAS CERÁMICAS.....	688
22.1. Marco teórico y experimental.....	688
22.1.1. Pasta cerámica.....	691
22.1.1.1. Matriz arcillosa.....	692

22.1.1.2. Pastas calcáreas.....	694
22.1.1.3. Pastas orgánicas.....	707
22.1.1.4. Pastas silíceas.....	711
22.1.2. Combustibles.....	713
22.2. Aplicación del marco experimental.....	717
22.2.1. Cerámicas con fases de alta temperatura.....	719
22.2.2. Cerámicas sin fases de alta temperatura.....	722
22.2.2.1. Temperaturas medias/tiempo de exposición largo.....	726
22.2.2.2. Temperaturas bajas/corto tiempo de exposición.....	729
22.3. Conclusiones: estrategias de cocción.....	733
22.3.1. Ambientes reductores, alta temperatura y/o tiempos largos de exposición.....	740
22.3.2. Ambientes oxidantes, baja temperatura y/o tiempos cortos de exposición.....	746
23. CADENA OPERATIVA: ESPACIO, TIEMPO Y GÉNERO.....	754
23.1. Temporalidad de la producción.....	754
23.2. Áreas de trabajo.....	757
23.3. Aspectos de género.....	759
24. MATERIAS PRIMAS, TÉCNICAS Y SECUENCIAS OPERATIVAS.....	761
24.1. Establecimiento de Fábricas.....	766
24.1.1. Fábrica 1: Pastas calcáreas con calcita cristalina.....	766
24.1.2. Fábrica 2: Pastas ferruginosas con calcita y materia vegetal.....	772
24.1.3. Fábrica 3: Pastas calcáreas con calcita y materia vegetal.....	777
24.1.4. Fábrica 4: Pastas calcáreas desgrasadas con materia vegetal.....	781
24.1.5. Fábrica 5: Pastas ferruginosas con materia vegetal.....	782
24.1.6. Fábrica 6: Pastas calcáreas ligeramente sobre-cocidas.....	784
24.1.7. Fábrica 7: Pastas calcáreas con calcarenitas/materia vegetal.....	785
24.1.8. Fábrica 8: Pastas silíceas con desgrasante vegetal.....	787
24.1.9. Fábrica 9: Terra rossa con materia vegetal sin cocer.....	789
24.1.10. Fábrica 10: Calizas margosas.....	789
24.1.11. Fábrica 11: Margas calcáreas sin cocer.....	790
24.1.12. Fábrica 12: Pastas calcáreas con escasa calcita cristalina.....	790
24.1.13. Fábrica 13: Pastas de origen ígneo.....	792

24.1.14. Fábrica 14: Arcillas calcáreas con vegetal y brechas/calizas...	794
24.1.15. Fábrica 15: Arcillas calcáreas desgrasadas con chamota.....	795
24. 1. 16. Fábrica 16: Pastas silíceas con arenas.....	797
24.2. Propiedades físicas de las pastas.....	807
24.2.1. Resistencia al choque térmico.....	809
24.2.2. Efectividad calorífica.....	819
24.2.3. Resistencia a la abrasión.....	823
24.2.4. Resistencia al impacto.....	825
24.2.5. Enfriamiento y conservación de alimentos.....	827
24.2.6. Transportabilidad.....	828
24.2.7. Reflexiones finales.....	829

CAPÍTULO 7. ANÁLISIS CONJUNTO PASTA/TIPOLOGÍA: ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y ADAPTACIÓN FUNCIONAL

25. ANÁLISIS MORFOMÉTRICO Y DE PASTAS DEL REGISTRO CERÁMICO DEL ÁREA DE SANTA PONÇA.....	840
25.1. Criterios de clasificación tipológica y morfométrica de las cerámicas....	841
25.1.1. Introducción: líneas de reflexión.....	841
25.1.2. Propuesta metodológica.....	845
25.1.2.1. Descripción morfo-tipológica.....	847
25.1.2.2. Análisis morfo-métrico.....	848
25.1.2.3. Propuesta tipológica.....	850
25.2. Agrupación en familias.....	859
25.3. Clasificación de las formas básicas.....	866
25.4. Agrupación en tipos.....	868
25.4.1. Familia I.....	881
25.4.1.1. Tipo 1.....	883
25.4.1.2. Tipo 2.....	885
25.4.1.3. Tipo 4.....	887
25.4.1.4. Tipo 5.....	889
25.4.2. Familia II.....	891
25.4.2.1. Tipo 6.....	893
25.4.2.2. Tipo 7.....	894

25.4.2.3. Tipo 8.....	909
25.4.3. Familia IV.....	911
25.4.3.1. Tipo 11.....	911
25.4.3.2. Tipo 12.....	912
25.4.4. Familia V.....	913
25.4.4.1. Tipo 14.....	914
25.4.4.2. Tipo 16.....	915
25.4.4.3. Tipo 17.....	917
25.4.5. Familia VI.....	918
25.4.5.1. Tipo 18.....	918
25.4.6. Familia VII.....	919
25.4.6.1. Tipo 19.....	922
25.4.6.2. Tipo 20.....	928
25.4.7. Familia VIII.....	931
25.4.7.1. Tipo 21.....	931
25.4.8. Familia IX.....	937
25.4.8.1. Tipo 22.....	939
25.4.8.2. Tipo 23.....	944
25.4.8.3. Tipo 24.....	947
25.4.9. Familia X.....	948
25.4.9.1. Tipo 25.....	949
25.4.9.2. Tipo 26.....	950
25.4.10. Familia XI.....	952
25.4.10.1. Tipo 27.....	952
25.4.10.2. Tipo 28.....	957
25.4.10.3. Tipo 29.....	958
25.4.11. Familia XII.....	960
25.4.11.1. Tipo 30.....	960
25.4.12. Familia XIII.....	961
25.4.12.1. Tipo 31.....	961
25.4.13. Familia XIV.....	962
25.4.13.1. Tipo 32.....	962
25.4.14. Familia XV.....	964

25.4.15. Tipo 33.....	964
25.4.15. Familia XVI.....	966
25.5. Conclusiones: variabilidad tipológica y pastas cerámicas.....	969
25.6. Conclusiones: Adecuación funcional pastas cerámicas y tipos.....	982
25.6.1. Útil, función y uso.....	982
25.6.2. Aproximación funcionalista-conductual.....	985
25.6.3. Grado de correlación entre pastas y tipo.....	997
25.6.4. Urnas funerarias de enterramiento: un grupo funcional.....	1006
25.6.5. Recapitulación.....	1010

CAPÍTULO 8. ANÁLISIS CONTEXTUAL Y DIACRÓNICO DE LAS PASTAS CERÁMICAS: ESPACIO, TIEMPO Y SOCIEDAD.

26. MARCO TEÓRICO.....	1019
26.1. Personas, objetos y estructuras: el significado de las cosas.....	1031
26.1.1. Agencia y Tecnología.....	1031
26.1.2. Cerámica e identidad.....	1038
26.2. Organización social y organización de la producción.....	1042
26.2.1. Especialización de la producción.....	1047
26.2.1.1. Análisis del grado de variabilidad.....	1049
26.2.2.2. Perfil de los artesanos.....	1051
26.3. Sistemas de transmisión de conocimientos.....	1057
26.3.1. Concepto de Información.....	1062
26.3.2. Hábitos y tecnología.....	1068
26.4. Cambio y continuidad en la cerámica.....	1070
26.5. Conclusiones.....	1089
27. ANÁLISIS DIACRÓNICO DE LA PRODUCCIÓN DE CERÁMICA.....	1092
27.1. Bronce antiguo (1770-1600 BC): Closos de Can Gaià.....	1094
27.1.1. Rasgos de la producción.....	1094
27.1.2. Marco histórico.....	1101
27.2. Bronce Medio/Naviforme I (1500-1200 BC): Closos de Can Gaià y Son Ferrer.....	1105
27.2.1. Rasgos de la producción.....	1105
27.2.2. Aproximación a las fábricas con calcita cristalina.....	1115

27.3. Bronce Final/Naviforme II (1200-850 BC): Closos de Can Gaià, Puig de Sa Morisca y Son Ferrer.....	1131
27.3.1. Rasgos de la producción.....	1131
27.3.2. Marco histórico.....	1136
27.3.3. Conclusiones: La producción cerámica en el Naviforme.....	1144
27.4. Hierro I/Talayótico (850-500 BC): Puig de Sa Morisca y Son Ferrer....	1150
27.4.1. Rasgos de la producción.....	1150
27.4.2. Perduración de fábricas con calcita cristalina.....	1155
27.4.3. Marco histórico.....	1162
27.4.4. Conclusiones: La producción cerámica en época talayótica....	1172
27.4.4.1. Cambio y continuidad en la cerámica talayótica.....	1172
27.4.4.2. Organización de la producción.....	1180
27.4.4.3. Producción cerámica y organización social.....	1193
27.5. Hierro II/Postalayótico (500-50 BC): Turriforme escalonado de Son Ferrer, Turó de les Abelles y Puig de Sa Morisca.....	1198
27.5.1. Hierro II/Postalayótico I (500-250 BC): Son Ferrer y Puig de Sa Morisca.....	1198
27.5.1.1. Rasgos de la producción.....	1198
27.5.1.2. Conclusiones: organización de la producción.....	1223
27.5.2. Hierro II/Postalayótico II (250-50 BC): Son Ferrer, Turó de les Abelles y Puig de Sa Morisca.....	1228
27.5.2.1. Rasgos de la producción.....	1228
27.5.3. Marco Histórico.....	1248
27.5.4. Algunos aspectos de la cerámica en época Postalayótica.....	1279
27.5.5. Organización de la producción en época Postalayótica.....	1292
27.6. Conclusiones: La producción de cerámica del Bronce Antiguo al Postalayótico Final.....	1302
28. ANÁLISIS CONTEXTUAL: CERÁMICA, FUNCIÓN Y CONTEXTO.....	1316
28.1. Contexto ritual: turriforme de Son Ferrer (700-550 BC).....	1322
28.2. Contexto funerario: turriforme de Son Ferrer (500-50 BC).....	1328
28.3. Contexto artesanal: Turó de les Abelles (250-50 BC).....	1344
28.3.1. Sector 1.....	1346
28.3.2. Sector 2.....	1348

Índice

28.3.3. Sector 4.....	1350
28.3.4. Sector 5.....	1352
28.3.5. Sector 6.....	1353
28.3.6. Sector 7.....	1358
28.3.7. Sector 8.....	1359
28.3.8. Sector 9.....	1362
28.3.9. Sector 17.....	1367
28.4. Contextos de hábitat: Puig de Sa Morisca y Closos de Can Gaià (1500-325 BC).....	1368
28.5. Conclusiones: Tecnología y Contexto.....	1386
CHAPTER 9: CONCLUSIONS.....	1392
ANNEXOS.	
I. Bibliografía.....	1428
II. Tablas.....	1505
III. Láminas.....	1603
IV. Abstract/Resumen.....	1636
V. Índice de figuras.....	1740

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN, CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS

Preámbulo: resumen de los planteamientos.

La tesis doctoral realizada se ha basado en el análisis arqueométrico de cerca de 200 muestras cerámicas procedentes de distintos yacimientos de Mallorca situados en las zonas de Calvià (*Turó de les Abelles, Son Ferrer y Puig de Sa Morisca*) y Felanitx (*Closos de Can Gaià*). Estas muestras representan diferentes contextos espaciales y crono-culturales abarcando entre 1750 y 50 BC. El registro material estudiado, así como los métodos utilizados, se han seleccionado a partir de ciertas premisas establecidas previamente con la finalidad de poder resolver determinados problemas arqueológicos. En este sentido, el trabajo se ha centrado en el análisis de pastas cerámicas comprendiendo éste, el análisis químico, mineralógico, petrológico, textural y paleontológico¹ de pastas de cerámicas arqueológicas así como de determinados artefactos arcillosos no cerámicos². Esta estrategia analítica ha permitido caracterizar la cerámica, algunos de sus procesos postdeposicionales, y establecer diferentes agrupaciones en función de rasgos comunes que se definen en términos de Grupos de Referencia Composicional, Grupos Texturales y Petrogrupos.

Por otra parte, el análisis arqueométrico realizado también contempla el estudio y la caracterización de los recursos disponibles por los alfareros³ en su entorno inmediato. Así pues, se ha consumado el estudio espacial, mineralógico, petrológico, textural, paleontológico y químico de varias vetas de arcillas próximas a algunos de los yacimientos estudiados. Con ello se pretende, además de conocer las cualidades físico-químicas de cada afloramiento, determinar las posibilidades de las materias primas de las que dispusieron los alfareros en diversas épocas y que pudieron utilizar para la producción de cerámica. Finalmente, se propone la realización de toda una serie experimental centrada en las arcillas y en sus posibilidades para la producción cerámica.

¹ Haciendo referencia al estudio de los microfósiles presentes en las pastas cerámicas que proporciona información en términos de procedencia de las materias primas empleadas en la producción.

² Haciendo referencia a artefactos arcillosos como adobes, materiales de impermeabilización de cubiertas, pesas de telar, etc., que permiten realizar una aproximación global a los distintos tipo de materias primas que se seleccionan en el área de captación (Albero y García Amengual 2010).

³ De aquí en adelante se utilizará este concepto para designar cualquier individuo, independientemente de su edad, género y estado físico-psíquico, que desarrolla actividades que se vinculan con la producción de cerámica.

Una vez caracterizadas las pastas cerámicas se han abordado cuestiones como la procedencia y las técnicas utilizadas en la producción. Para ordenar las secuencias técnicas y los materiales que participan de este proceso de creación de la vasija se ha utilizado como base el concepto de cadena operativa de fabricación, comprendiendo éste desde la selección de arcillas hasta la cocción de las vasijas.

Este procedimiento ha sido de gran utilidad para establecer y ordenar las elecciones tecnológicas constatadas considerando también al producto final obtenido en las clasificaciones realizadas. Esta fase taxonómica proporciona, finalmente, toda una serie de fábricas cerámicas que responden a una serie de particularidades tecnológicas vinculadas con el producto final y con los gestos técnicos utilizados por los alfareros en la fabricación de las vasijas. En el estudio de las cadenas operativas de producción se han incorporado también algunos protocolos experimentales con el objetivo de incidir en el modo en que algunas soluciones tecnológicas constatadas, como la adición de desgrasantes, alteran algunas fases del proceso de fabricación.

Una vez caracterizados los artefactos así como los materiales y las técnicas asociadas a su proceso de producción, se ha creído conveniente realizar un estudio de las pastas cerámicas en términos funcionalistas. En este sentido, se ha tratado de valorar la adaptación funcional de la producción. Para ello, se ha realizado también la clasificación tipológica del registro contando con aquellos individuos que conservaban al menos $\frac{3}{4}$ partes de su perfil. Esta clasificación ha sido utilizada como sistema de ordenación tipológica-funcional de las vasijas con el objetivo final de poder comparar pastas de piezas formalmente semejantes entre sí. Además de permitirnos observar el grado de adecuación funcional de las pastas cerámicas, esta aproximación ha permitido, a su vez, dilucidar si existe alguna relación entre el tamaño y la forma de las piezas con determinadas soluciones técnicas realizadas en las pastas por los artesanos. Ello ha permitido entender ciertas dinámicas que rigen la producción.

Una vez caracterizados los artefactos, sus rasgos, los materiales y las técnicas utilizadas en la producción así como establecido su grado de adecuación funcional, se ha pasado a insertar las conclusiones obtenidas del estudio de los materiales en su contexto arqueológico. Previamente a esta fase, se realiza una aproximación teórica a ciertos aspectos sobre los que se pretende incidir y que son los que justificarán las posturas desarrolladas a la hora de interpretar la tecnología de los artefactos dentro de las sociedades prehistóricas de las Islas Baleares.

En el plano teórico se tratan aspectos como los fenómenos de agencia, la identidad, los sistemas de transmisión de conocimientos, la organización social de la producción o el perfil de los alfareros, así como los factores que posibilitan el cambio en la tecnología cerámica.

A nivel contextual, los yacimientos estudiados se asocian a distintas cronologías que abarcan desde el Bronce Antiguo hasta el final de la Edad del Hierro y las primeras décadas tras la conquista romana de la isla. Por tanto, este trabajo tiene en consideración el registro cerámico de periodos como el Bronce Naviforme (Edad del Bronce) y el Talayótico (Hierro I). Sin embargo, éste se ha centrado especialmente en la significación de las producciones desarrolladas en el Postalayótico, ya que el grueso de las muestras analizadas se correspondía con esta fase que, además, se constata en tres de los cuatro yacimientos estudiados.

En este sentido, la estrategia de muestreo ha permitido realizar un estudio de la producción cerámica tanto en términos diacrónicos como sincrónicos. Ello ha posibilitado incidir en aspectos como el cambio tecnológico en la producción así como su relación con determinadas formas de organización socioeconómica, cubriendo un amplio segmento de la prehistoria balear. En definitiva, se han evaluado los cambios que se producen en la tecnología cerámica de las zonas estudiadas en un lapso superior a 1500 años.

Además de las diferencias cronológicas, el registro estudiado se asocia, a nivel contextual, con yacimientos que se corresponden con tipologías arquitectónicas y espacios funcionales diversos, abarcando desde yacimientos rituales y funerarios, hasta otros considerados artesanales y de hábitat. Ha sido posible, entonces, realizar también un acercamiento de los rasgos de la producción cerámica hacia los distintos contextos de uso y deposición de las vasijas.

De esta forma, podemos conocer qué relación se produce entre las estrategias de fabricación de cerámica y las distintas necesidades y formas de organización que se dieron en estos diferentes espacios funcionales durante un periodo concreto. En este sentido, los rasgos de conjuntos cerámicos de diferente procedencia se han comparado formalmente con la finalidad de observar si respondían a algún tipo de ordenación o distribución espacial. Se ha considerado en las comparativas tanto el registro de los diferentes yacimientos como aquel asociado a los distintos ámbitos que pueden configurar un mismo asentamiento.

1. INTRODUCCIÓN: CONSIDERACIONES PREVIAS.

El trabajo desarrollado se centra en la utilización de la arqueometría⁴ como un sistema de análisis que combina la utilización de diversas técnicas con la finalidad de obtener un corpus de datos rico y diverso desde el que poder abordar la tecnología cerámica vinculada a individuos de sociedades pasadas. Mediante el estudio tecnológico se pretende conocer cómo estos individuos conceptualizaron, fabricaron, utilizaron, mantuvieron, intercambiaron y depositaron las vasijas en un entorno social. La metodología que se está aplicando se basa, entonces, en la necesaria relación interdisciplinar entre diversas ramas de las ciencias puras y las ciencias sociales. Este aspecto es esencial en arqueología donde se afrontan desde elementos físicos, como la cultura material, hasta problemas que traspasan el límite de lo tangible y se sitúan en lo abstracto, en lo social. Con la aplicación de técnicas y métodos procedentes de ciencias como la física, la química, la geología o la micropaleontología se pretende dar respuesta a cuestiones relacionadas con objetivos de las ciencias históricas y antropológicas. Como señalan Montero *et al.* (2007: 38), la arqueometría permite “...plantear nuevas perspectivas y buscar nuevas formulaciones al objeto de estudio de la arqueología. La Arqueometría ofrece esta posibilidad a los investigadores, independientemente de las corrientes teóricas que se encuentren en la base de los diferentes proyectos y ámbitos de estudio.”

En este sentido, la arqueometría proporciona un marco extenso y adecuado para abordar el estudio tecnológico de las sociedades, independientemente de la corriente interpretativa que se utilice. Es en referencia al concepto de tecnología sobre el que se pueden aplicar diferentes corrientes teóricas con distintos enfoques relacionados con la significación de los rasgos tecnológicos de la cultura material. Dada la complejidad que impone acceder a los rasgos inmateriales de las personas de sociedades pasadas, resulta necesaria una gran amplitud de criterios y enfoques, sin limitaciones de marcos de corte teórico-metodológico, espacial o temporal. Todas las posturas presentan carencias, pero también puntos positivos que pueden aportar una visión de la complejidad del fenómeno cerámico. En este sentido, no se ha creído conveniente utilizar una posición inmovilista a nivel teórico ya que se parte de la idea que el universo que envuelve las relaciones de la cerámica con las personas y otros objetos es, probablemente, sumamente complejo.

⁴ Sobre los antecedentes de la arqueometría y un estado de la cuestión pueden consultarse Pollard y Heron 1996; Maniatis 2002; Jones 2004; Montero *et al.* 2007, Vidal 2008b.

Aun aceptando nuestras limitaciones como individuos para abordar dicha complejidad, utilizar distintos enfoques teóricos permite además, afrontarnos a problemáticas diversas que muchas veces pueden estar estrechamente correlacionadas entre sí. Como señala J. García Rosselló (2008: 47), “...*la diversidad de tendencias en el estudio de la cerámica no debe entenderse como una disciplina fragmentada, todo lo contrario, ya que para analizar los diferentes aspectos de la vida y contexto de la cerámica debemos interrelacionar las diferentes metodologías y aproximaciones que se utilizan...tiene(n) un objetivo común, la explicación de las sociedades pasadas por medio del material cerámico.*”

De este modo, se han utilizado desde bases teóricas funcionalistas, difusionistas y ecológicas, a otras más simbólicas, sociales y contextuales para abordar la significación de la tecnología observada en el registro. Estos planteamientos teóricos y epistemológicos de partida han determinado la estrategia utilizada en la recogida de datos así como las interpretaciones realizadas. Debe existir un fuerte diálogo entre la vertiente analítica-metodológica y la vertiente arqueológica que caracteriza a la investigación arqueométrica, independientemente de si es una sola persona o varias las que participan de ambas tareas (Riley 1982; Rice 1984b; Van as 1984; Rice 1987: 310; Carreras y Nadal 2003; Tsantini 2009: 140).

Al margen de estas cuestiones teóricas, dentro de la investigación de cerámicas arqueológicas, la etnografía, la etnoarqueología y la experimentación son esenciales para obtener un marco más coherente y amplio sobre el que construir nuestras interpretaciones acerca de la tecnología del pasado y su significación. De este modo, en este estudio se ha acudido de forma recurrente a estas disciplinas, por lo que resulta necesario aclarar qué posición se ha mantenido a lo largo del trabajo respecto al rol que tienen la experimentación cerámica y a la etnografía, ya que estas disciplinas han supuesto un soporte fundamental con el que abordar diversos aspectos en el estudio de las pastas cerámicas. Dentro de ambas disciplinas existen diversas tendencias, posiciones y corrientes teóricas que requieren, para evitar confusiones acerca de sus posibilidades y limitaciones, de algunas aclaraciones y matizaciones.

En definitiva, a partir de estas cuatro estrategias básicas: 1) caracterización arqueométrica 2) diversidad teórica, 3) etnografía y 4) experimentación, se pretenden implementar distintos puntos de vista sobre la cerámica y realizar interpretaciones e hipótesis que puedan aportar luz sobre las comunidades pasadas.

Estas interpretaciones van más allá de los materiales y las técnicas, implicando el rol que ocupa la propia cerámica en la sociedad. Cada una de estas perspectivas teóricas y metodológicas aporta una información específica sobre la cerámica, pero es sólo con la combinación de variadas estrategias de análisis como se puede abordar la cerámica en su conjunto (Van der Leeuw 1999: 115-132; García Rosselló 2008). Como señala Banning (2005: 161) *“Archaeological investigations tend to focus on three primary dimensions of variation — technological, functional, and stylistic — that may themselves be interrelated and have associations with chronological, spatial, social, economic, and ideological variability”*.

Una vez aclaradas estas directrices básicas de la investigación, a continuación, se procede a realizar, por una parte, una breve aproximación a los planteamientos básicos de la arqueometría, su desarrollo, así como su estado actual dentro de las investigaciones que se están produciendo en la Península Ibérica y, especialmente, en las Islas Baleares. Posteriormente, se realizará una visión más profunda de la importancia de la experimentación y la etnografía que justifique su uso en los estudios de cerámicas arqueológicas. Finalmente, se procederá a establecer de forma sintetizada los objetivos que se pretenden alcanzar con esta investigación. Se deja, por tanto, para capítulos posteriores, más centrados en la interpretación de la tecnología de los artefactos, una síntesis de las distintas posiciones teóricas que se constatan en el análisis de cerámicas, así como sus bases y sus objetivos.

1.1. Arqueometría cerámica.

Los estudios arqueométricos sobre pastas son fundamentales en la clasificación y caracterización de la cerámica, aportando interesantes datos, entre otros aspectos, en lo referente a su procedencia, a la tecnología empleada en su fabricación y a sus posibles funciones y usos sociales. Se precisa, por tanto, de una metodología analítica integra que proporcione la máxima cantidad y calidad de información referente a las conductas humanas relacionadas con las distintas fases de producción y fabricación de las cerámicas. En última instancia, las acciones de los artesanos y sus productos se enmarcan en un contexto social donde, a través del uso y la función, las vasijas cobran sentido.

De este modo, establecer los atributos tecnológicos de la cerámica a través de técnicas arqueométricas va a suponer un marco desde el que interpretar la propia sociedad que las crea y/o las utiliza. Observando qué continuidades y rupturas se suceden en las conductas tecnológicas, visualizadas en las distintas fases que conforman la cadena operativa, se pueden apreciar cambios en los esquemas de racionalidad y en los valores (Capel *et al.* 1982 y 1995; Roux y Courty 1999; Risquez y Hornos 1999; Koriakova 2006; Prieto 2006; Tite 2008).

Podemos concluir que *“El análisis de la cerámica...se ha beneficiado del desarrollo o aplicación de técnicas químicas, físicas y mineralógicas que han sobrepasado ampliamente los límites de la información que se obtenía tradicionalmente de los artefactos cerámicos mediante su descripción macroscópico-morfológica...proporcionando así una nueva reserva de datos de los que obtener una valiosa comprensión de las sociedades del pasado”* (Cordero *et al.* 2006: 9).

Las múltiples ventajas que ofrece la arqueometría cerámica para abordar multitud de problemáticas arqueológicas han propiciado, especialmente desde los años 80, la consolidación y el continuo perfeccionamiento de unas metodologías de análisis, basadas en la realización de análisis físico-químicos que permiten aproximarnos, cualitativa y cuantitativamente, a las técnicas de manufactura de las cerámicas (Rice 1984b; Barrachina Ibañez 1998). Esta variante cuantitativa de la arqueometría ha permitido establecer más eficientemente el grado de variabilidad de múltiples rasgos de la cerámica, favoreciendo un método operacional que, especialmente cuando es vinculado a la estadística, nos permite afrontar aspectos relacionados con las variaciones tecnológicas, la organización de la producción y de la propia sociedad en el espacio y el tiempo.

Los estudios arqueométricos, especialmente en cerámicas arqueológicas, se han desarrollado en las últimas décadas enormemente en el ámbito internacional y de manera más reciente en España (Cordero *et al.* 2006; Kolb 2008). Como señala A. Vidal (2008b: 61), *“Tanto en los contextos europeos como en los americanos la arqueometría en la última década destaca por su participación en eventos y publicaciones generales y específicos, la revalorización del trabajo con artefactos, el desarrollo de una metodología propia que incluye descripciones formales y estadísticas además de las técnicas analíticas, la aplicación de los avances técnico-científicos en el estudio de los materiales, un cambio en la interpretación del registro arqueológico y en las temáticas consideradas, y una mayor participación del analista”*.

En la Península Ibérica la utilización de estos fundamentos metodológicos comenzó a mediados de la década de los 70^s, aunque con un desarrollo geográficamente muy irregular y de carácter puntual ligado, a menudo, tan solo a algunas piezas significativas o a lo sumo pequeños grupos de muestras⁵. En este sentido cabe destacar la labor realizada por la Dra. Josefa Capel que, desde el *Departamento de Prehistoria y Arqueología* y el *Departamento de Geología de la Universidad de Granada*, generó los primeros programas de análisis arqueométricos aplicados sistemáticamente al estudio de la cerámica del Sureste de la Península Ibérica y la Meseta.

Esta tendencia de análisis arqueológico ha continuado, desarrollándose, generalizándose y afianzándose su aplicación en regiones como Andalucía (Capel 1995; Galván 1995; Capel *et al.* 1999; Capel 2006; Barrios *et al.* 1999; Gallart y Mata 1999; Polvorinos del Río *et al.* 2003 y 2005), Extremadura (Polvorinos del Río *et al.* 2001; Odriozola y Hurtado 2005; Odriozola *et al.* 2009) La Rioja (Mata *et al.* 2002), Castilla-La Mancha (Capel 1986), Castilla y León (García Heras *et al.* 2001; Carmona *et al.* 2008), País Vasco (Olaetxea 2000; Olaetxea *et al.* 2001; Ortega *et al.* 2001; Ortega *et al.* 2005), Cataluña (Buxeda *et al.* 1995; Madrid y Buxeda 2005; Clop 2007; Tsantini 2007), Aragón (Gallart y López 1988; Gallart y Mata 1995), Murcia (Milá *et al.* 2000), País Valenciano (Seva 1995; Seva y Almiñana 1996; Barrachina 1998; Espí Pérez 2000), etc.

A pesar de la generalización de esta disciplina, como señalan Cordero *et al.* (2006: 10) “...un estudio bibliométrico de la producción científica relativa a estudios arqueométricos de materiales cerámicos concluía que la introducción y desarrollo de la Arqueometría en España era insuficiente y lenta comparada con otros países de nuestro entorno... La evaluación de los primeros años de aplicación de las técnicas arqueométricas en nuestro país sugería la existencia de una serie de problemas, entre los cuales destacaba la escasa y pobre coordinación entre la interpretación arqueológica y el análisis arqueométrico...”

⁵ Como ha señalado A. Barrachina Ibañez (1998), este hecho hace muy difícil poder rastrear la bibliografía existente relacionada con estas primeras aproximaciones al estudio arqueométrico de la cerámica en nuestro país. Según esta autora, estudios pioneros en nuestro país y en cerámica a torno son Antón 1973; Arengui y Anton 1973; González y Pina 1983; García y Rosselló 1992. En cerámica a mano destacar Capel 1977; Capel y Delgado 1978; Gallart 1980; Waldren 1982; Capel 1986.

Además de esta descoordinación N. Ramón Fernández (2006: 17) señala “...no existen justificaciones de los métodos empleados en relación con las hipótesis; los datos no se integran en patrones de comercio o distribución, y por último, generalmente no se toman muestras de arcilla para constatarlas.” Al igual que ocurre en la Península, por ejemplo en regiones como la Comunidad Valenciana o Cataluña, estos estudios se han centrado mayoritariamente en el análisis de cerámica a torno, resultando los trabajos dedicados a producciones a mano más escasos (Cordero *et al.* 2006). Esto se debe a los fundamentos teóricos utilizados en unos primeros trabajos focalizados en la determinación del carácter local o foráneo de los individuos cerámicos (Álvarez *et al.* 2001). Usualmente, se considera que la cerámica a mano suele fabricarse con materias primas locales por lo que, en lo que a esta aproximación se refiere, proporcionan poca información para sus objetivos finales que están centrados en el establecimiento de redes comerciales y de flujos de contactos emplazados en corrientes teóricas difusionistas.

1.1.1. Antecedentes de estudios arqueométricos en Baleares.

En lo que se refiere a las Islas Baleares, la generalización de estudios arqueológicos centrados en los análisis de pastas cerámicas y de las materias primas resulta relativamente reciente. Al margen de algunos estudios petrográficos precoces realizados por M. Murray (1932) en *Trepucó* (Menorca), los estudios sistemáticos se inician con las contribuciones realizadas por W. Waldren (1982 y 1991) para yacimientos prehistóricos de diferente cronología tanto de Mallorca como de Menorca. La metodología básica utilizada por este autor, que dejó al morir gran parte de su trabajo inédito, se centra en la realización de calcimetrías y el estudio petrográfico de abundantes series de cerámicas. Mediante estos procedimientos Waldren establece ya las primeras líneas de trabajo en base a cerámicas prehistóricas que posteriormente se desarrollarán en futuros estudios.

Desde estos primeros estudios arqueométricos en las Islas Baleares, la investigación ha dado un salto cualitativo y cuantitativo hasta llegar a la actualidad, con un aumento del número de técnicas utilizadas y de yacimientos analizados. De este modo, desde la segunda mitad de la década de los 90, se observan nuevas aportaciones donde destaca la introducción de los análisis geoquímicos, especialmente en los estudios de cerámica a torno (Cau 1998; Buxeda y Cau 1998; Buxeda *et al.* 1998; Cau *et al.* 2004; Tsantini *et al.* 2004; Tsantini 2007; Buxeda y Tsantini 2009; Buxeda y Madrid 2009).

Éstos se aplicarán también, aunque de forma mucho más discreta, en los de cerámica a mano (García Orellana *et al.* 2001). En este estudio, donde se cuenta con una amplia representación de muestras, se apuesta por la combinación de datos geoquímicos con otros mineralógicos y por la experimentación con algunos métodos térmicos como la termo-gravimetría que han tenido escasa repercusión en estudios posteriores.

Por otro lado, los estudios petrográficos y ópticos empiezan a combinarse con otros análisis mineralógicos, como la Difracción de Rayos X (DRX), en los análisis de cerámicas de la Edad del Bronce de *Cova des Carritx* y la *Cova des Mussol* (Gómez Gras y Risch 1999) así como otros asentamientos de Menorca (García Orellana 1998; Vendrell 2003; Andreu *et al.* 2007). Esta última estrategia también se ha contemplado en el análisis de cerámicas procedentes de diversos yacimientos de Mallorca como *Son Fornés* (Palomar 2005; Lull *et al.* 2008), *Puig de Sa Morisca* (Albero 2007) y el *Edificio Alfa de Son Ferragut* (Risch y Gómez-Gras 2003).

Como podemos observar, en las Islas Baleares, la aplicación de este tipo de metodologías de análisis en cerámica prehistórica es bastante reciente, además se ha realizado de forma difusa y discontinua. La mayor parte de los trabajos (Cuadro 1) se han concentrado en el registro cerámico de Menorca, donde se han iniciado interesantes estudios, con una amplia representación de técnicas analíticas y de muestras consideradas, desde el ámbito de la petrografía, la mineralogía y/o la geoquímica (Gómez Gras y Risch 1999; García Orellana *et al.* 2001; Vendrell 2003; Andreu *et al.* 2007). En Mallorca, el avance de esta disciplina ha sido mucho más discreto, con un escaso número de muestras consideradas y donde los estudios geoquímicos editados son inexistentes. Por otro lado, en ninguna de las dos islas se ha tratado de sistematizar las relaciones tecnológicas observadas entre cerámicas de distintos yacimientos.

En el ámbito teórico, cuando se han interpretado los datos, han predominado, como es generalizado en los estudios arqueométricos, interpretaciones desarrolladas desde el ámbito de la *ecología cultural* (Waldren 1982, 1991; Gómez Gras y Risch 1999) y el *funcionalismo* (Risch y Gómez Gras 2003; Gacía Orellana *et al.* 2001). De forma marginal, se ha dado importancia a la cerámica en su contexto social desde una óptica *materialista histórico* (Palomar 2005; Lull *et al.* 2008). En definitiva, interpretaciones sociales, simbólicas y contextuales acerca de la tecnología observada en el registro, que vinculen la cerámica y su fenomenología dentro de estructuras sociales, han sido tímidamente consideradas (Albero 2007, 2008).

Dadas las condiciones historiográficas en los que se enmarca el contexto de esta investigación, uno de nuestros principales problemas a la hora de interpretar el registro analizado ha sido la práctica ausencia de datos de referencia con los que comparar las hipótesis realizadas, algo que es habitual en muchos estudios arqueométricos desarrollados en zonas poco investigadas (Riley 1982; Spataro 2002). Si bien se constatan abundantes trabajos en Mallorca que se han centrado en estudios macroscópicos para estudiar la tecnología cerámica⁶, en lo que se refiere a análisis arqueométricos sólo contamos con unas cuantas investigaciones. Ello revierte directamente en que, si observamos las muestras analizadas por el momento en la isla y por periodos, sólo obtenemos un par de láminas delgadas y las calcimetrías de 190 piezas para piezas anteriores al Bronce Final de *Son Ferrandell-Oleza* y *Son Matge* (Waldren 1982 y 1991).

En lo que se refiere a los periodos Bronce Final y Talayótico contamos, procedentes de *Son Matge*, *Son Ferragut*, *Son Fornés* y *Son Ferrandell-Oleza*, con un total de 39 láminas delgadas y unas 120 calcimetrías (Waldren 1982, 1991; Risch y Gómez Gras 2003; Lull *et al.* 2008). Finalmente, para época Postalayótica la información mineralógica disminuye y documentamos un total de 15 piezas estudiadas mediante petrografía y/o Difracción de Rayos X procedentes de *Son Fornés* y *Ses Paises* (Waldren 1982, 1991; Cau 2004; Palomar 2005).

⁶ Para una síntesis de los estudios tecnológicos macroscópicos realizados sobre pastas se puede consultar Palomar 2005: 155.

Como observamos, el número de muestras estudiadas mediante métodos, como la DRX y la petrografía, que proporcionen información variada y contrastable no llegan al medio centenar para toda la isla, en cambio, el número de calcimetrías realizadas resulta bastante más elevado. El desarrollo de esta tesis doctoral pretende, por tanto, subsanar un vacío que se está produciendo en los estudios de cerámica prehistórica de Mallorca. Para ello, se ha seleccionado, esencialmente, una zona de estudio, el suroeste de la isla, donde estos análisis y este tipo de aproximaciones arqueométricas resultaban inexistentes en cerámicas prehistóricas⁷. Si bien, esta resulta una zona ampliamente investigada a nivel arqueológico, con varios yacimientos excavados y, por tanto, con una gran cantidad de información disponible.

Por otra parte, en esta zona se llevan desarrollando desde hace más de 10 años varios proyectos de investigación y excavación de forma sistemática, interdisciplinar y continuada por parte de la *Universidad de les Illes Balears*. Así pues, el desarrollo de la tesis está estrechamente vinculado a varios proyectos de investigación⁸ que se están llevando a cabo actualmente por diversos investigadores en esta región (Guerrero 1979 y 1996-1999; Camps y Vallespir 1998; Calvo 2000-2007).

Finalmente, señalar que, al igual que sucede con el material cerámico, el estudio arqueométrico de otros materiales arqueológico arcillosos no cerámicos ha sido prácticamente inexistente. Por un lado, otros artefactos como los materiales de construcción, pesas de telar, adobes, etc. no se han considerado nunca en este tipo de investigaciones en las islas. Por otro, como desarrollaremos en posteriores apartados, los estudios en Mallorca de las propias arcillas del entorno de los asentamientos han sido escuetos y con una evidente falta de sistematización. Los pocos análisis realizados (Waldren 1991) han prestado especial atención a la cuantificación de determinados elementos presentes en las mismas, como los carbonatos, obviando otros componentes de la pasta como los minerales de la arcilla y la granulometría del sedimento.

⁷ En cambio análisis arqueométricos de cerámica a torno de yacimientos de esta zona de la isla son más abundantes y han comprendido asentamientos como el *Turó de les Abelles*, *Puig Vermell* o *Sa Mesquida* (Cau 1997; Buxeda y Cau 1998; Buxeda *et al.* 1998; Tsantini *et al.* 2004).

⁸ HUM 2004-04863. *Caracterización tecno-funcional y funcional de cerámicas arqueológicas mediante análisis mineralógicos y bioquímicos.*

HUM2004-00750HIS: *Recursos y subsistencia en un medio insular mediterráneo. Las comunidades humanas baleáricas durante la prehistoria.*

HAR2008-00708: *Producir, consumir, intercambiar. Explotación de recursos y relaciones externas de las comunidades insulares baleáricas durante la prehistoria reciente.*

Otros análisis realizados más recientemente si han contemplado la realización de análisis mineralógicos más complejos mediante difracción de rayos X, tanto en muestra total como en agregados orientados, sobre algunos sedimentos con la finalidad de conocer la composición mineralógica de los componentes cristalinos de la muestra. Los investigadores han utilizado este procedimiento con el objetivo de conocer, esencialmente, la procedencia de las materias primas empleadas en la fabricación de cerámica a partir de caracterizaciones de sedimentos de la *Cova des Carritx*, o *Ses Arenes de Formentor* en Menorca (Gómez Gras y Risch 1999; Andreu *et al.* 2007) y de *Son Ferragut* en Mallorca (Risch y Gómez Gras 2003). Finalmente, otros análisis de arcillas realizados por DRX en yacimientos arqueológicos de Mallorca han utilizado perspectivas encaminadas a solucionar cuestiones más propias de la geología (Gracia *et al.* 2003).

Como sucede en otras zonas del Mediterráneo (Espí Pérez 2000; Spataro 2002: 35) hemos topado con tres problemas fundamentales que actúan como limitadores de la metodología aplicada y de las interpretaciones realizadas sobre el registro cerámico:

1) Existen escasos indicios conocidos en los yacimientos estudiados y en el resto de yacimientos prehistóricos de las Baleares de áreas de producción, talleres, hornos, etc. La documentación existente al respecto es muy escasa y muy segmentada (Waldren 1982; Andreu *et al.* 2007).

2) La presencia de una geomorfología muy homogénea en lo que respecta a la amplia mayoría de las zonas de la isla consistente, básicamente, en formaciones calizas y kársticas. En este contexto puede resultar, a menudo, muy complicado definir áreas precisas referidas al origen de las cerámicas.

3) La ausencia de estudios arqueométricos completos y sistemáticos para la mayoría de yacimientos prehistóricos de las Baleares y en concreto en Mallorca. Este hecho implica disponer de pocos datos con los que poder comparar el registro analizado.

Introducción, contexto de la investigación y objetivos

Cuadro 1: Resumen de técnicas utilizadas y número de muestras analizadas y publicadas en trabajos que utilizan técnicas arqueométricas sobre materiales cerámicos en las Islas Baleares.

Investigador	Año	LD	DRX	FRX	Calimetría	SEM-EDS	Otros
Murray	1932	1	-	-	-	-	
Waldren	1982	4	-	-	-	-	
Waldren	1991	4	-	-	396	-	
García Orellana	1998	2	-	-	-	-	TL
Gómez Gras y Risch	1999	9	9	-	-	-	
García Orellana <i>et al.</i>	2001	71	92	112	-	-	TGV
Risch y Gómez Gras	2003	24	24	-	-	-	-
Vendrell Saz	2003	-	19	-	-	-	
Cau	2004	3	-	-	-	-	
Palomar	2005	10	10	-	-	-	
Andreu <i>et al.</i>	2007	16	16	-	-	-	
Albero	2007	18	-	-	-	-	AI
Lull <i>et al.</i>	2008	13	13	-	-	-	
Total		172	183	112	396	-	
Albero		54	150	150	-	15	AI

1.2. Etnografía, etnoarqueología y etnoarqueometría cerámica.

No es nuestra intención realizar aquí un examen en profundidad de los estudios que se realizan sobre sociedades actuales desde el campo de la etnografía y la etnoarqueología. Su evolución, un estado de la cuestión sobre las distintas tendencias y su aplicación a la producción cerámica pueden consultarse en excelentes síntesis, como las realizadas por J. Skibo (1992), M. Stark (2003) o J. Arthur (2003), y a nivel nacional por J. García Rosselló (2008). Nuestro objetivo aquí consiste en remarcar los beneficios que entraña la utilización de los datos procedentes de sociedades actuales para refinar nuestra aproximación a las sociedades pasadas, así como explicar la finalidad que tienen éstos en este estudio en concreto.

Como han señalado estos autores, en las últimas décadas se han generalizado los estudios sobre la producción de cerámica en sociedades actuales con la finalidad de abordar diversos aspectos. La etnografía ha demostrado que los aspectos culturales, sociales y económicos son, al mismo tiempo, tecnológicos y que los aspectos técnicos de los materiales constituyen una herramienta para abordar a las personas que hay detrás de los artefactos.

De este modo, estas disciplinas han enfatizado las posibilidades de la arqueología para abordar sociedades pasadas, ya que suponen el marco ideal para estudiar los fenómenos por lo que se estructura la agencia, permitiendo comprender las complejas relaciones que se pueden establecer entre lo material y lo inmaterial (Lemonier 1986; Skibo 1992; Druc 1996; Dietler y Herbich 1998; Martineau 2001; Stark 2003; Tite 2008).

Otro punto de vista interesante, por el que aboga F. Criado (2006: 251), es la *Antropología Histórica*, de este modo, “*Se pueden tomar de contextos históricos o protohistóricos más o menos próximos a la situación arqueológica estudiada...no pretendemos con ello recuperar una historia esencialista y de identidades intemporales...sino movilizar una Antropología Histórica basada en lo mucho que se sabe sobre la lengua, cultura, mitología, valores y conceptos del mundo indoeuropeo para poder interpretar los hechos y datos arqueológicos*”. En este sentido, en lo que a nosotros se refiere, puede resultar útil también considerar, desde un punto de vista antropológico, las tradiciones, costumbres, comportamientos y los rasgos que definen a lo largo del tiempo a las poblaciones del Mediterráneo.

De este modo, se ha utilizado la etnografía y sus diferentes variantes arqueológicas para profundizar en los procesos de fabricación y uso de la cerámica, poniendo énfasis además en sus formas de distribución y la relación entre ésta y aspectos sociales y simbólicos (Barley 1994). Finalmente, este marco dinámico de trabajo ha sido el adecuado para testar lo plausible de ciertos planteamientos teóricos así como someter a crítica muchos tópicos aportados por la historiografía cerámica procesualista y evolucionista. La etnografía ha permitido constatar en la práctica la complejidad de los procesos, especialmente en lo que se refiere a la variabilidad tecnológica, los procesos de cambio (Arnold 1999), las dinámicas de transmisión cultural y la articulación entre enlaces tecnológicos y sociales relacionados con la organización de la producción (Longacre 1999).

Estos beneficios, han provocado que los arqueólogos acudan cada vez más a estos campos de investigación con la finalidad de completar y testar los procedimientos teóricos utilizados así como las interpretaciones obtenidas de los datos arqueológicos. La etnografía ha permitido además, en algunos casos, realizar una aproximación a la significación de objetos que son de difícil lectura (Calvo 1999; Stark 2003; Carreras y Nadal 2003).

En realidad, las observaciones sobre pueblos actuales nos acercan a la complejidad y la diversidad de los comportamientos culturales y favorecen una postura más abierta y menos etnocentrista, donde existe una mayor precaución a la hora de aplicar interpretaciones de carácter generalista y universal. Conjugando el análisis arqueológico y etnográfico de los atributos de la cerámica podemos abordar la diversidad de las técnicas de fabricación y reconocer aquellos rasgos de la producción que son producto de la interacción social entre grupos de artesanos y otros individuos (Arnold 1984; Martineau 2001).

Como señala M. West (1992: 145) en referencia a la significación de las soluciones tecnológicas observadas en las cerámicas “...*physical properties is straightforward and can be effective, but without “tempering” these interpretations with ethnographic and archaeological insight, they are misguided*”. Por otro lado, Sillar y Tite (2000: 11) puntualizan “...*one of the benefits of the comparative approach in archaeology and anthropology is precisely that it makes us aware of alternative ‘choices’. Without this knowledge of other periods, other regions, and other technologies we might assume (from our own ethnocentric perspective) that there were only one or two functional possibilities available.*”

Abordar la interpretación de la significación de los artefactos a partir de únicamente aproximaciones deductivas del pasado y teorías sobre la producción cerámica en la antigüedad es arriesgado e insuficiente (Arnold 1999). La etnografía ha demostrado lo inadecuado que resulta, muchas veces, utilizar puntos de vista normativistas, tecnicistas y economicistas utilizados usualmente en la interpretación arqueológica, especialmente en arqueometría. Por otro lado, se ha remarcado desde estas disciplinas como la elección tecnológica que realizan los individuos no siempre responde a leyes naturales predecibles así como lo inadecuado que resultan a menudo determinadas descripciones y clasificaciones arqueológicas, ya que están lejos de asimilarse con conceptos que utilizan las personas en su vida cotidiana. Por otro lado, considerar presupuestos etnográficos puede colaborar en la consecución de métodos de excavación o de registro más adecuados que permiten tener en cuenta aspectos materiales que habían pasado desapercibidos (Van der Leeuw 1984, 1999: 116; Djordjevic 2003).

La observación etnográfica y etnoarqueológica de diferentes contextos sociales, culturales y naturales, así como el uso prudente de esta disciplina mediante la comparación formal de las distintas pautas de comportamiento, nos proporciona un *background* adecuado sobre el que afrontar problemáticas arqueológicas. Este tipo de estudios han puesto en aviso a los trabajos de tecnología cerámica sobre la complejidad cultural de las alternativas que tienen a su disposición los productores y los usuarios. En este sentido, se considera que la etnología y la etnoarqueología constituyen, en los estudios de tecnología cerámica, una vía apta para pasar del mundo ideal de los datos al mundo real y multidimensional en el que viven las personas. Con ello se pretende enriquecer nuestro conocimiento sobre las complejas interacciones que se producen entre los humanos y los artefactos que utilizan (Gibson y Woods 1990: 50-51, 55; Crhistakis 1999; Stark 2003). La conducta humana y los productos que se derivan de la misma están fuertemente determinados por el contexto en el que viven los individuos, donde las cerámicas interactúan con múltiples aspectos de la cultura. Los arqueólogos pueden abordar también las posibles conexiones que se producen entre la tecnología y la sociedad atendiendo a los contextos etnográficos y al estudio de los procesos de producción, distribución y uso en sociedades actuales.

La aplicación de estas disciplinas ha supuesto reabrir el debate sobre el significado de conceptos, como “cerámica a mano” que se suponían consolidados pero que, en realidad, están dotados de una complejidad difícilmente abordable únicamente desde enlaces taxonómicos arqueológicos. En pocas palabras, no toda la cerámica a mano se confecciona y usa de la misma manera y ello conlleva también la adquisición de múltiples significados.

De modo simplista y breve podemos señalar que existen diferentes tendencias en la etnoarqueología que se relacionan con el nivel al que se sitúan los límites de esta disciplina. Por un lado, las posturas que se inclinan hacia el materialismo cultural y el procesualismo, se han concentrado en establecer una serie de “cajones de sastre” donde se incluyen distintos rasgos de los procesos de producción, distribución, uso y deposición de la cerámica con la finalidad de aportar modelos universales, generales, estables y, por tanto, predecibles. Estos modelos están altamente determinados por visiones donde predomina la evolución social y tecnológica unilineal, donde el cambio tecnológico es visto como un fenómeno evolutivo estrechamente ligado a determinadas formas de organización socioeconómicas.

Superando a estas posturas observamos otras tendencias que apuestan por plantear aproximaciones más dinámicas y contextuales, donde se minimiza la importancia de factores ecológicos, funcionales y tecnológicos, y se señala lo inapropiado de la utilización de modelos universales para la interpretación del registro. En este sentido, cualquier cultura responde a determinados procesos históricos con distintos individuos como actores, por tanto, se producen diferentes interacciones sociales y naturales, así como diferentes dinámicas históricas en distintas áreas. Resulta arriesgado realizar generalizaciones universales a partir de modelos que tienen un nivel de universalidad bajo ya que los sistemas de transmisión de información se han generado en sociedades concretas y a partir de un lenguaje y de situaciones específicas. Dicho de otra forma, se trata de conceptos diferenciados que han sido inducidos desde fenómenos diferentes y, por tanto, resultan mutuamente incompatibles. Utilizar de modo sistemático analogías que no han sido sometidas a crítica es, por tanto, peligroso, se puede caer con facilidad en la aplicación de atributos culturales que no tienen por qué estar correlacionados en sociedades que son diferentes (Djordjevic 2003; Carreras y Nadal 2003).

En nuestra opinión, esta postura es lo suficientemente consistente para evitar el establecimiento de analogías directas, de base funcionalista y empirista, entre las acciones realizadas por sociedades actuales y aquellas que pudieron realizar individuos del pasado. Consideramos, por tanto, que ninguna cultura tiene un carácter universal. Sin embargo, si es posible contemplar acciones tecnológicas similares, en situaciones concretas, relacionadas con conceptos parecidos y desarrolladas en contextos semejantes. Podemos evaluar formalmente, en estos casos, si los rasgos comunes pueden responder a una fenomenología similar (Van der Leeuw 1984) y diseñar así una estrategia de análisis encaminada a validar o refutar las hipótesis planteadas. Si bien las posibilidades de la etnografía para enriquecer nuestro léxico interpretativo son sugerentes, la utilización de la misma en términos de analogía directa entraña un alto riesgo por lo que resulta necesario trazar las limitaciones de esta perspectiva en la interpretación arqueológica. Precisamente, las diferentes tendencias señaladas anteriormente se relacionan con el nivel al que éstas sitúan dichos límites.

Otra de las críticas que se ha atribuido al uso de la etnografía y la etnoarqueología se corresponde con la importancia que se otorga a las inferencias que extraen los informantes⁹ anónimos sobre sus propias tecnologías. En este sentido, este marco interpretativo, basado en sociedades actuales, no resulta suficiente para establecer por sí sólo conclusiones definitivas sobre las motivaciones que mueven a las personas del pasado a utilizar una determinada tecnología. A pesar de que los informantes etnográficos son de un gran valor para explicarnos conductas propias relacionadas con las comunidades vivas, no debe asumirse que los practicantes de una determinada tecnología puedan ser capaces de proveer, a partir de la comunicación verbal, un marco completo y exhaustivo acerca de los fenómenos que subyacen de sus conductas. La utilización de la etnografía, aceptando sus limitaciones, en la disciplina arqueológica reside en la potencialidad que tiene su aplicación para generar un alto número de hipótesis, sin mayor grado de probabilidad, con las que enriquecer nuestro marco interpretativo (Schiffer y Skibo 1987).

La caracterización de artefactos a partir de técnicas arqueométricas considerando también la información etnográfica disponible, favorece la obtención de una visión global de los distintos procesos de fabricación presentes en la cadena operativa cerámica así como de la significación de los fenómenos que subyacen detrás de las diferentes acciones técnicas constatadas a través del análisis de los materiales. De este modo, se puede realizar un avance interpretativo y conceptual significativo en las diferentes variantes que comprenden los estudios de tecnología cerámica. La arqueometría nos proporciona una herramienta eficaz para la obtención de una gran cantidad de datos de los materiales arqueológicos, mientras, la etnografía nos proporciona un sistema de referencias que nos ayuda en la reconstrucción y en la interpretación de aquellos datos en términos sociales, ideológicos, tecnológicos, etc. Más allá de la simple analogía, los estudios etnográficos permiten una mejor comprensión de las relaciones entre lo ideal y lo material, lo que constituye un procedimiento para interpretar los resultados analíticos en términos de conductas humanas individuales y grupales. Así mismo, permite realizar interpretaciones que incluyan el cambio, ya que los materiales y sus procesos de fabricación, uso y deposición se muestran plenamente activos en la sociedad.

⁹ No todos los datos obtenidos a través de la comunicación oral y escrita se ajustan a la realidad y muchas veces son ficciones creadas por los individuos con la intención de preservar una imagen. Este es un hecho que afecta también al propio investigador (Carreras y Nadal 2003).

Conociendo como se produce la estabilidad y el cambio en situaciones determinadas estaremos en disposición de aproximarnos a aquellos elementos de la tecnología que son susceptibles de continuar perpetuándose y cuales pueden desaparecer, así como su interacción con los procesos sociales. La etnología se revela muy importante para reconocer cuando se están produciendo intensas interacciones sociales dentro de una misma comunidad relacionadas con conceptos como el de identidad y la forma en la que se organiza la producción. De esta forma, se puede trabajar sobre la significación de las tradiciones tecnológicas y los mecanismos y contextos en que éstas son transmitidas en el tiempo y el espacio (Gosselain *et al.* 1996; Arnold 2000; Mercader *et al.* 2000; Spataro 2004; Livingstone-Smith 2007: 4-6; Yankowsky 2008; Kiriati *et al.* 2009; Vidal y García 2009).

Finalmente, no tenemos que olvidar otros estudios experimentales centrados en la cerámica que han trabajado desde el ámbito de la etnoarqueología y la etnoarqueometría para someter a crítica y validar una serie de metodologías y marcos interpretativos más o menos consagrados en la investigación arqueológica (Buxeda y Cau 1998; García Rosselló 2007; Livingstone 2007; Stark *et al.* 2000; Neupert 2000; Arnold 2000).

Tras estas páginas de reflexión queda patente la utilidad de aplicar la etnografía, así como su variante arqueológica y arqueométrica, en los estudios de cerámica tanto en lo que se refiere al desarrollo metodológico como interpretativo. De este modo, se ha tratado, en la medida de lo posible, de documentarnos en relación a los diversos fenómenos que implican los procesos de fabricación, utilización y deposición de la cerámica por parte de seres humanos actuales de diferentes partes del globo y a lo largo de la historia.

Durante del trabajo aparecen, por tanto, numerosas referencias a este tipo de estudios con la finalidad de ampliar el léxico interpretativo, de huir de determinismos occidentalistas y colonialistas e incidir en la complejidad de las interacciones que se pueden producir entre personas y vasijas, permitiendo la obtención de una visión más antropológica. En lo que a la aplicación de estos enfoques en estudios de pastas cerámicas se refiere podemos señalar que, en pocas ocasiones se ha tenido en cuenta en Baleares la etnografía como un marco teórico interpretativo de peso y, normalmente, cuando se ha utilizado, ha sido para realizar analogías generalistas, sin precisar además los casos comparados (Gasull *et al.* 1984: 77-82).

Cuando este tipo de analogías directas se han rechazado, siempre ha sido aludiendo motivos esencialmente de tipo ambiental, sin considerar aspectos de tipo cultural (Waldren 1991). De este modo, observamos una carencia de la integración de este tipo de estudios en las interpretaciones del registro cerámico local que pretendemos subsanar, al menos parcialmente.

1.3. Cerámica y Experimentación.

A pesar de la utilidad de los estudios etnográficos, se plantea el valor relativo de estas investigaciones en los análisis de cerámica prehistórica de Europa. Ello se deriva de la falta de continuidad entre tradiciones técnicas prehistóricas y contemporáneas. En este sentido, la experimentación arqueológica constituye una de las pocas vías capaz de solventar algunos de los vacíos que se producen a la hora de aproximarnos, desde una óptica científica moderna, a tecnologías ya extintas. Los experimentos constituyen modelos de referencia de los que conocemos todos los detalles técnicos del proceso de fabricación por lo que contribuyen a enriquecer nuestro grado de entendimiento de los procesos técnicos inmersos en una determinada tecnología o acción tecnológica que se desarrolló en el pasado (Schiffer y Skibo 1987; Gibson y Woods 1990; Calvo 1999; Sillar y Tite 2000; Martineau 2001; Ramos Sainz 2002; Banning 2005: 165).

La ciencia arqueológica actual posee algunos puntos ciegos que se manifiestan especialmente cuando tratamos de abordar la caracterización y el cambio en tecnologías prehistóricas ya extintas. Ello nos obliga a acudir a métodos analíticos y puntos de vista complementarios como la experimentación que nos permiten entender mejor la relación existente entre las propiedades formales de los artefactos, los procesos de manufactura y las elecciones tecnológicas que realiza el individuo. La realización de series experimentales que pretenden dar respuesta a problemas arqueológicos concretos constituye entonces una vía que facilita la reinterpretación de los resultados y el desarrollo y la verificación de nuevas hipótesis relacionadas con el comportamiento humano. Esta aproximación se ha denominado en el ámbito anglosajón *Behavioural Perspective*, constituye una perspectiva que permite valorar la conducta humana en un sentido técnico, permitiendo validar o refutar científicamente aspectos que, en muchas ocasiones, han sido considerados válidos (Schiffer y Skibo 1987; Baena Preysler 1999 y 2008).

La validez de la experimentación en arqueología radica en considerar como punto de partida de los experimentos los propios datos arqueológicos. Sólo partir de observaciones arqueológicas podemos generar hipótesis y preguntas concretas referidas a la utilización de una técnica o tecnologías determinadas. En este sentido, resulta importante considerar también qué tipo de recursos, materias primas y métodos estamos utilizando en la experimentación y como se cuestionan éstos en términos arqueológicos (Martineau 2001).

En cerámica, los estudios experimentales se han desarrollado prolíficamente desde los años 60 hasta la actualidad, centrándose en distintas materias primas y técnicas. La finalidad y credibilidad de los estudios varía en función de la metodología utilizada y los objetivos fijados. De esta manera, se observan estudios experimentales (Gasull *et al.* 1984; Ramos Sainz 2002; Aranda y Fernández 2005; Brodà *et al.* 2009) donde se trata de recrear algunas de las posibles técnicas y de los procedimientos utilizados en la prehistoria mediante la realización de réplicas lo más exactas posibles partiendo de ciertas características observadas en el registro arqueológico. En estos estudios, el control sobre las variables que intervienen en los procesos de fabricación es bajo y la cuantificación de los fenómenos es nula por lo que se recomienda una aplicación del método que se centre más en la difusión y en la didáctica que en la investigación, si bien puede resultar útil para establecer cualitativamente el grado de dificultad de determinadas técnicas (Baena Preysler y Morgado Rodríguez 2008).

Por otro lado, observamos estudios de laboratorio donde se priorizan las mediciones sobre variables muy concretas y estrechamente controladas. Estos experimentos se centran en cómo ciertos tratamientos, que se realizan sobre la materia, afectan a su composición y/o a sus cualidades técnicas. Estos trabajos han abarcado diversos parámetros y variadas fases de la cadena operativa. Documentamos estudios experimentales que van desde diversas etapas del proceso de fabricación de la cerámica hasta sus procesos de uso y deposición (Steponatis 1984; Woods 1986; Bronitsky y Hamer 1986; Skibo y Schiffer 1987; Schiffer y Skibo 1987; Skibo *et al.* 1989; Pierret 1994; Galván 1995; Tite *et al.* 2001; Müller *et al.* 2009).

Los estudios experimentales en cerámica son variados. Podemos hallar desde aquellos que se centran en la aplicación de determinados tratamientos de superficie, como resinas, engobes o decoraciones (Young y Stone 1990; Schiffer 1990; Skibo *et al.* 1997; Capel *et al.* 2006), a otros que hacen referencia a la cocción.

Se ha analizado el comportamiento de las cerámicas en relación a su composición y las temperaturas (Maritan *et al.* 2005), a la utilización de distintas estructuras y atmósferas (Dawson y Kent 1984, 1985 y 1987) y combustibles (Waldren 1991; Palamarczuk 2004). En lo que se refiere a los tratamientos efectuados sobre las pastas, se constatan experimentos que informan de los cambios composicionales que se producen tras la fase de limpieza y decantación de la arcilla (Blackman 1992; Sterba *et al.* 2009).

Otros han aplicado a las arcillas, desgrasantes de distinta naturaleza con el objetivo de aproximarse a las cualidades, ventajas y limitaciones, que éstos proporcionan a la materia prima y al producto final. Destacan los estudios realizados con desgrasantes de uso generalizado como la concha (Schiffer y Skibo 1987; Feathers 1990; Carter 2002; Feathers 2006; Maritan *et al.* 2007), el cuarzo (West 1992; Kilikoglou *et al.* 1998), o la materia orgánica (Hodges 1962; Schiffer y Skibo 1987; Johnson *et al.* 1988; Skibo *et al.* 1989; Sestier *et al.* 2003; Toledo *et al.* 2004; Tsetlin 2005; Maritan *et al.* 2006).

Las críticas que se realizan a este tipo de aproximaciones experimentales del registro radican en el excesivo peso que suelen cobrar las interpretaciones de los experimentos en términos funcionales o técnicos. Rara vez se hace referencia a otros aspectos del objeto que comprendan otros ámbitos de uso, como el simbólico o social (Carreras y Nadal 2003). Por otro lado, se establecen algunos problemas derivados de la importancia que se otorga a las inferencias que extraen los propios arqueólogos sobre tecnologías en las que el papel de aprendiz, informante e investigador recae en la misma persona. En este sentido, este marco no resulta lo suficiente sólido para establecer conclusiones definitivas sobre las motivaciones que mueven a las personas del pasado a utilizar una determinada tecnología. Sin embargo, como sucede con la etnografía, la utilización de la experimentación en la disciplina arqueológica reside en la potencialidad que tiene su aplicación para generar nuevas hipótesis, sin mayor grado de probabilidad, con las que enriquecer nuestro marco interpretativo (Schiffer y Skibo 1987).

La experimentación brinda un marco desde el que podemos aproximarnos a la capacidad que tienen las personas para percibir determinados atributos de los materiales y plantear, hasta qué punto los cambios en las cualidades formales de la cerámica, que son producto de las acciones de los artesanos, son susceptibles de ser perceptibles por él mismo. Por ejemplo, mediante esta vía se puede conocer si determinados parámetros físicos de los materiales resultan perceptibles por el ser humano. Ello posibilita identificar ciertas conductas de los alfareros y los usuarios que pueden ser significativas.

La utilización de técnicas experimentales que permitan una mejor aproximación a aquellos parámetros técnicos que motivan la producción de cerámica suponen, siempre que se hagan bajo unas bases teóricas y metodológicas bien definidas, un modo de proporcionar mayor credibilidad y validez a las inferencias que se realizan sobre el registro cerámico de sociedades ya desaparecidas (Kingery 1982; Schiffer y Skibo 1987; Sillar y Tite 2000; Djordjevic 2003).

Las cualidades y propiedades de los recursos y de los objetos, resultan aspectos fundamentales de la propia materialidad. Al menos en un nivel primario, estas variables afectan a la forma en la que éstos son seleccionados, manipulados y usados (Jones 2004). Entonces, esta carencia que señalamos para la experimentación a la hora de superar interpretaciones meramente técnicas, radica en cuestionarnos sobre la forma en qué las sociedades prehistóricas utilizan las propiedades de los distintos materiales para contraer o expandir su uso en determinadas prácticas sociales. En este sentido, podemos tratar de establecer ciertas conexiones entre las propiedades de los materiales y el modo en el que éstos se socializan.

Tras esta breve aproximación a las posibilidades y limitaciones de la experimentación en los estudios de tecnología cerámica, podemos definir que nuestro objetivo final no consiste en reproducir técnicas de fabricación prehistóricas, sino conocer, con métodos de análisis actuales, ciertos aspectos cualitativos y cuantitativos de las propiedades de los materiales en relación con las soluciones tecnológicas documentadas en las sociedades bajo estudio. En definitiva, pensamos que todo este corpus de datos experimental adquiere especial relevancia cuando se sitúa en el contexto social en el que se usaron los materiales y las técnicas. La experimentación constituye, por tanto, una herramienta imprescindible para evaluar en qué forma y grado inciden las acciones humanas en la transformación y en las propiedades de las materias, y entender así, el alcance de las mismas en relación a aspectos cognitivos, funcionales, y culturales.

En este estudio hemos empleado la experimentación siguiendo dos estrategias básicas: por un lado, se ha utilizado la bibliografía disponible relacionada con programas experimentales realizados sobre arcillas y cerámicas que podían estar de algún modo relacionados con nuestras propias preguntas sobre el registro arqueológico analizado. Por otro lado, hemos iniciado un programa experimental propio a partir de las cerámicas, arcillas y desgrasantes comprendidos en nuestro estudio.

Sin embargo, no hemos podido abordar todos los planteamientos experimentales posibles. Hay experimentos que han quedado al margen, como la experimentación con distintas estructuras de combustión y diversos combustibles o la adaptación de las pastas y las formas a distintas funciones. A pesar de estas carencias, pensamos que la aproximación experimental realizada ha contribuido a fortalecer algunas de las hipótesis generadas durante la investigación y ha colaborado en el establecimiento de interpretaciones más sólidas.

El desarrollo de un programa experimental completo supera las expectativas de este trabajo y deberá desarrollarse en futuras investigaciones. Dicho esto, nos hemos concentrado en tres tipos de experimentación:

- 1) Experimentación con las arcillas del entorno: la finalidad consiste en testar la capacidad de las arcillas disponibles para la producción cerámica sin ningún tipo de tratamiento.
- 2) Experimentación y análisis con pastas cerámicas: la finalidad consiste en conocer el modo en que afectan, a las cualidades observadas en las materias primas, las acciones introducidas por los alfareros.
- 3) Experimentación y análisis con cerámicas arqueológicas: Son experimentos de re-cocción de cerámicas arqueológicas con la finalidad de aproximarnos a las estrategias de cocción utilizadas por los alfareros.

Como señala X. Clop (1998), la realización de programas experimentales, planificados y continuados, para profundizar en el conocimiento de las producciones cerámicas prehistóricas constituye una vía prácticamente ignorada en la Península Ibérica y especialmente en Baleares.

Las experiencias realizadas hasta el momento se pueden describir como escasas, aisladas, desvinculadas normalmente de proyectos más amplios y, generalmente, se limitan a repetir experiencias que se han desarrollado en el ámbito internacional, sin plantear nuevas problemáticas. A continuación, pasamos a realizar una breve valoración de los estudios de experimentación cerámica en Mallorca. En los escasos estudios experimentales documentados en las islas, se observa como una fase fundamental del proceso ha sido la creación de réplicas cerámicas y cocciones consideradas, por parte de los investigadores, como análogas a las utilizadas por las comunidades prehistóricas (Gasull *et al.* 1984: 77-82; Waldren 1991). Así los objetivos de la realización de réplicas se basan en:

- Conocer el tipo de horno utilizado en la cocción de muestras cerámicas arqueológicas, los tipos de atmósferas posibles en los mismos y las propiedades de cocción de las piezas, así como las causas de su coloración.
- Determinar qué arcillas del entorno pudieron utilizarse.
- Entender las acciones realizadas por los alfareros, como la adición de desgrasantes, mediante la reproducción de las condiciones de preparación y manufactura.
- Sugerir interpretaciones sobre las técnicas y los materiales utilizados en la preparación y cocción de piezas.
- Establecer posibles reflejos de condiciones sociales y económicas prehistóricas.

Con estas bases, se documenta la realización de prospecciones por el territorio con el objetivo de identificar los recursos potencialmente utilizables en distintas áreas de la isla y la extracción de muestras para utilizarlas, posteriormente, en la experimentación. Los trabajos documentados extrajeron arcillas, tanto en superficie como en profundidad, aprovechando sondeos y cortes artificiales del terreno. Posteriormente, en el preparado de las pastas experimentales, se prioriza la utilización de técnicas rudimentarias consideradas análogas a las utilizadas durante la prehistoria. Esta estrategia minimiza el control exhaustivo de determinadas variables relacionadas con la composición y la granulometría de las pastas, el modelado de las piezas, la temperatura y la estructura de cocción, así como el tipo de combustible utilizado. Todas ellas tienen importantes implicaciones en el proceso experimental y en los resultados obtenidos del mismo.

De esta forma, en estos estudios las arcillas se trituraron, limpiaron y decantaron con la finalidad de facilitar el éxito del proceso, pero no con el objetivo de conocer los comportamientos que generan estos procesos en las cualidades de las pastas. Los experimentos constatados suelen seleccionar, para la realización de réplicas, las arcillas más plásticas del entorno.

La elección de añadir o no desgrasantes se basa en el grado más o menos óptimo de adecuación de las arcillas seleccionadas para la producción cerámica y la realización de réplicas. En los casos donde se decide añadir desgrasante, no se especifica que desgrasante se utiliza, ni sus características texturales: cantidad, tamaño, etc.

En el caso de W. Waldren (1991) la adición o no adición de distintas cantidades y tamaños de anti-plásticos si se realiza en función de comprender el modo en que éstos alteran el comportamiento cualitativo de las muestras arcillosas.

Así pues, en base a la experimentación, este autor constata que la adición de desgrasante mineral en abundancia favorece la capacidad de secado de la pasta. Se determina que esta variable está en función de la cantidad de desgrasante, la meteorología y el grosor de la pared de la pieza. Si bien no hay índices numéricos, al respecto de estas conclusiones señala que la adición de desgrasante reduce el número de fracturas que aparecen en el proceso de fabricación y proporciona cerámicas más compactas y duras.

A pesar de que las acciones introducidas en la experimentación se realizan con el objetivo de responder a unas preguntas arqueológicas concretas, en ningún momento se asiste a una rutina analítica sistemática y explícita que esté publicada. Tampoco cada uno de los recursos arcillosos disponibles en el territorio es mezclado con distintas cantidades de desgrasante de distintos tamaños y cocido utilizando diferentes estrategias. Podemos señalar que los objetivos de la experimentación se centran, preferentemente, en replicar los materiales arqueológicos y no entran en la capacidad potencial de los recursos del entorno.

Una vez preparadas las pastas, se realizan varias piezas de distinta morfometría, calculando el tiempo invertido en su fabricación. La variable esfuerzo invertido en la preparación de la pasta y en el modelado de la pieza es entendida como muy relevante dentro del proceso experimental, ya que se supone permite una aplicación directa para la interpretación arqueológica.

Las técnicas de modelado utilizadas (Gasull *et al.* 1984: 77-82) se basan en las observadas en las cerámicas arqueológicas, aunque sin especificar cómo se han identificado éstas, si por estudios de trazas macroscópicas u otros métodos. Las herramientas utilizadas en el modelado son de madera y hueso, sin especificar su forma ni origen.

Hay que señalar que, en ocasiones, estas réplicas han sido realizadas directamente por los arqueólogos, en otras se han efectuado en colaboración con un ceramista considerado como experto en la confección de cerámicas. La colaboración de estos profesionales es valorada como crucial por parte de los investigadores para otorgar validez al proceso de inferencia que se realiza. De todas formas, se reconoce que éstos no pertenecen a la misma tradición tecnológica y, por lo tanto, no están familiarizados con los gestos técnicos de la producción (Gasull *et al.* 1984: 77-82; Waldren 1991).

Las estructuras elegidas para la réplica de la cocción se efectúan en función de la atmósfera observada en la mayoría de las piezas arqueológicas, en este caso, una cocción en atmósfera reductora. En este sentido, en los experimentos realizados por el equipo que trabaja en el yacimiento de *Son Fornés* se asiste a la creación de hornos experimentales excavados en el suelo. El combustible se seleccionó a partir de las especies constatadas en base a análisis antracológicos en los hogares de las unidades domésticas 1 y 2 de *Son Fornés*: hojarasca y madera de acebuche. El hoyo se llena de madera de acebuche y encima se sitúan las cerámicas tapadas con hojarasca y ramas.

Una vez encendido y prendido el combustible, tras un par de horas, se tapó la estructura con piedras y encima se superpuso una capa de tierra que taponó completamente la superficie del horno. El tiempo de cocción es de 12 horas y se obtuvieron piezas con una superficie reducida.

Por otro lado, se han desarrollado por W. Waldren (1991) estrategias donde se contempla la experimentación con distintos tipos de combustible y condiciones de cocción, aunque los componentes de estas variables no se explicitan. Además, en este caso, se establecen algunas apreciaciones referentes a la temperatura máxima alcanzada en función de las condiciones meteorológicas presentes durante la cocción. El rango de temperatura máxima obtenido para cocciones tapadas con tierra fue de 850 °C mientras que en un día con viento se alcanzaron los 1000 °C en cocciones en fosa. No se señala el método utilizado para precisar estos datos, ni los tiempos de cocción, pero en cambio si se indica que el combustible utilizado fue excremento de caballo o vaca.

Los periodos de exposición se prolongaron, a estas temperaturas, añadiendo combustible sucesivamente. En ambos estudios experimentales no se especifican las dimensiones de la estructura de combustión utilizada, ni las características del sedimento donde ésta se ubica. Tan sólo se precisa que ésta es lo suficientemente grande como para contener abundante combustible. No se señala como se realiza la colocación de las piezas en el horno ni la temperatura alcanzada a lo largo de la cocción, aunque al menos en los estudios de Waldren son factores que parece ser que se tienen en consideración.

2. OBJETIVOS.

En cualquier programa de análisis resulta importante partir de unos objetivos claros con tal de seleccionar los métodos más adecuados ya que éstos son los que permitirán contestar, en la medida de lo posible, las preguntas planteadas inicialmente. Estas preguntas pueden variar dependiendo del tipo de registro material considerado, del área de estudio, de los contextos analizados o según la utilización de ciertas corrientes teóricas. En un trabajo de esta envergadura los objetivos son diversos y se sitúan a distintos niveles de análisis que pueden dividirse en generales, específicos y terminales. Los objetivos generales hacen referencia a unas amplias líneas de actuación en relación a la cerámica arqueológica que se van a abordar directamente a través de la metodología y las posturas teóricas planteadas. Los objetivos específicos se refieren a aspectos concretos de la investigación cerámica que, interaccionando entre sí, van a permitir abordar los objetivos generales y terminales. Finalmente, los objetivos terminales superan el propio estudio de la cerámica, refiriéndose a la finalidad de este trabajo para comprender el modo en que se organizan las sociedades prehistóricas en general y realizar aportaciones que puedan integrarse y ser de utilidad al resto de estudios de arqueología que se están desarrollando en las Islas Baleares.

2.1. Objetivos Generales.

- Caracterizar la composición química, petrológica, paleontológica, mineralógica y textural de las pastas de parte del registro cerámico y de las materias primas de las zonas SO y SE de Mallorca.

Introducción, contexto de la investigación y objetivos

- Definir qué criterios formalizan la explotación de los recursos minerales disponibles y conocer las técnicas utilizadas en la fabricación de los artefactos.
- Establecer distintas secuencias de operaciones o cadenas operativas referidas a la utilización diferencial de materiales y técnicas en la confección de las cerámicas: establecimiento de Fábricas.
- Establecer la existencia de relaciones entre la tecnología y la tipología de los artefactos con la finalidad de tratar de determinar la función práctica y potencial de las cerámicas. Para ello se han clasificado las vasijas en grandes grupos morfo-funcionales en los cuales se han integrado también las diversas variables composicionales estudiadas, asentando así las bases para futuras aproximaciones de este tipo. En este sentido, se cruzará la información arqueológica contextual, tipológica y tecnológica. Así mismo, se tendrá en cuenta otros estudios de tipo faunístico, polínico y antracológico que se están llevando a cabo en la zona.
- Situar las tecnologías y los rasgos de las cerámicas en los diferentes contextos históricos, funcionales y sociales a los que se asocian con la finalidad de establecer el modo en el que éstas operan en la sociedad.
- Conocer cómo cambian los procesos de fabricación y conceptualización de los objetos cerámicos, así como su significación, a lo largo del tiempo.
- En base a los rasgos productivos de los materiales, establecer qué posibilidades sociales pudieron tener los objetos cerámicos en los distintos periodos. Evaluar el uso social que se hace de las piezas, así como el grado de estandarización de la producción. Ello se realizará tomando como base el análisis de la variabilidad de los distintos parámetros contemplados, tanto en un mismo contexto como entre contextos diferentes. Ello permitirá comprobar si se dan ciertas conductas sociales implícitas en el registro cerámico, y cómo se adecua la producción destinada a los distintos contextos a este uso social que se realiza de la cerámica.

- Indagar, a partir de los rasgos de los materiales de distintos periodos, aspectos estrechamente relacionados con la interacción que se produce entre los artesanos y entre éstos y la propia sociedad. Ello implica valorar los mecanismos de transmisión de conocimientos, los contextos de aprendizaje y el perfil que desarrollan los artesanos.

2.2. Objetivos específicos.

- Caracterizar mineralógica, textural y químicamente las arcillas más aptas para la producción alfarera del entorno.
- Establecer las cualidades de estas arcillas respecto a su utilización en la manufactura de cerámica a partir de un marco experimental que pueda relacionarse con los datos composicionales obtenidos.
- Conocer los diferentes minerales y componentes que forman las pastas cerámicas, así como posibles alteraciones y realizar asociaciones petrográficas: establecimiento de Petrogrupos.
- Conocer las distintas texturas de las pastas cerámicas y realizar una clasificación en base a métodos estadísticos del registro en torno a las mismas: establecimiento de Grupos Texturales.
- Establecer la composición química de las piezas y constituir diferentes agrupaciones en los asentamientos estudiados en base a métodos estadísticos a través de su similitud: establecimiento de Producciones o Grupos de Referencia.
- Establecer un marco de procedencia de las materias primas utilizadas en la producción de las piezas a través del estudio geoquímico, paleontológico, petrológico y mineralógico de sus pastas.

Introducción, contexto de la investigación y objetivos

- Indagar en las pastas que formalizan los ceramistas utilizando ciertas materias primas originales y a partir de la adición o la sustracción de determinados elementos o materiales. Valorar el grado de actividad que ejercen los artesanos sobre las mismas, así como la influencia de sus características y cualidades en las posteriores etapas del proceso de elaboración y uso de la cerámica. Para ello se establece un marco experimental y teórico previo que permita abordar las repercusiones técnicas de las acciones observadas en las pastas.
- Evaluar con métodos microscópicos y/o de análisis químico las estrategias de modelado y los tratamientos de superficie empleados por los artesanos para construir las piezas. Realizar una valoración de las repercusiones que tienen estas acciones en el producto final.
- Determinar, a partir de las características de la pasta, las estrategias seguidas por los artesanos para cocer las piezas. En este apartado, las conclusiones también se han complementado con un estudio experimental y teórico-metodológico que nos permite conocer cómo se comporta la cerámica durante las fases de secado y cocción. Ello implica conocer qué cambios se producen en la misma, determinar la temperatura de cocción y relacionar la atmósfera de cocción y el grado de adecuación de estas variables con la tecnología de las piezas, así como las probables estructuras de combustión utilizadas.
- Establecer posibles alteraciones postdeposicionales que se hayan podido producir en los artefactos por procesos tafonómicos y establecer el grado de incidencia de los mismos sobre las distintas agrupaciones e interpretaciones tecnológicas realizadas de los artefactos.
- Realizar una clasificación tipológica de aquellas cerámicas que presentan un mejor estado de conservación. Ello permitirá, posteriormente, correlacionar las distintas tipologías establecidas para el registro cerámico con las distintas producciones, texturas y fábricas observadas para las pastas. La finalidad consiste en indagar en la existencia de relaciones tecno-morfo-tipológicas que puedan presentarse en el registro.

- Clasificar, a nivel diacrónico, las distintas pastas y establecer los rasgos que definen a la cerámica de cada periodo en términos de variabilidad estadística. Además de las pastas, el estudio de la variabilidad comprende también el grado de estandarización morfológica.
- Correlacionar las distintas pastas documentadas con el contexto funcional en el que fueron halladas, con la finalidad de conocer en qué grado se relacionan las estrategias de producción con el entorno en el que las piezas fueron utilizadas y/o depositadas.

3.3. Objetivos finales.

- Consolidar la aplicación de una metodología arqueométrica en el estudio del registro material cerámico a partir del incremento sustancial del número de muestras analizadas de diferentes periodos en las Islas Baleares, especialmente en Mallorca. En este sentido, iniciamos además el estudio de producciones cerámicas como las del Bronce Antiguo y el Bronce Naviforme que, hasta ahora, habían recibido escasa atención en la isla.
- Proporcionar una buena representación de los materiales y las técnicas utilizadas en la producción cerámica así como su posible relación con otras tecnologías durante los diversos periodos que comprenden la prehistoria de las islas. Ello incluye también el establecimiento de los modos en que los recursos son explotados y las técnicas son utilizadas tanto en lo que se refiere a su dimensión técnica como ideológica y social. En este sentido, se trata de indagar en como la cerámica interacciona con el resto de la cultura material para formalizar determinadas formas de organización socioeconómica, ideológica y simbólica.
- Establecer un análisis de los momentos de cambio y continuidad en la tecnología cerámica y plantear la relación de los mismos con la existencia de otras posibles alteraciones en otras dimensiones de la cultura material. En este sentido, se trata de abordar las dinámicas, las causas y las consecuencias, que conllevan ciertos fenómenos de cambio tecnológico en el conjunto de la sociedad.

Introducción, contexto de la investigación y objetivos

- Establecer el marco social sobre el que se estructura la producción cerámica y tratar de averiguar cómo ésta afecta, implementa e interactúa con el mismo. De este modo, se pretende plantear algunas hipótesis sobre los contextos de aprendizaje y los sistemas de transmisión de conocimientos, las estrategias de plasmación de la identidad así como el perfil de los artesanos a lo largo de la prehistoria. Todos estos aspectos son cruciales para concretar determinadas formas de organización social, así como el grado de interacción existente entre los agentes.
- El objetivo final, que engloba a todos estos planteamientos, consiste en favorecer una mejor reflexión sobre las sociedades prehistóricas partiendo del análisis profundo de la cultura material en su conjunto permitiendo así una interpretación más sólida de la fenomenología asociada a las mismas.

CAPÍTULO 2

INTRODUCCIÓN AL ÁREA DE ESTUDIO

Y

PERIODIZACIÓN

Introducción.

Cualquier trabajo de investigación debe iniciarse con la contextualización del objeto de estudio a nivel temporal y espacial. En primer lugar, se ha creído conveniente, para evitar confusiones a este respecto, realizar algunas aclaraciones referidas a la periodización utilizada en el trabajo, así como su justificación a partir de un amplio número de dataciones radio-carbónicas. En la historiografía arqueológica de las Islas Baleares las periodizaciones realizadas son diversas y presentan matices característicos. Ello requiere plantear, aunque sea brevemente, esta cuestión. En todo caso, una profundización de los parámetros que definen cada una de estos periodos y fases se realizará en capítulos posteriores más centrados en la interpretación de los resultados obtenidos.

En segundo lugar, se exponen, las características geográficas y geomorfológicas de las áreas estudiadas, así como una relación del desarrollo de la investigación arqueológica constatada en la misma. Con ello se pretende ofrecer por un lado, una visión del marco natural con la que se relacionan las sociedades estudiadas. Por otro lado, se pretende situar al lector ante las posibilidades de esta investigación en lo relativo a los datos que se poseen vinculados con anteriores estudios arqueológicos desarrollados en la zona.

Finalmente, una vez realizada una introducción a las áreas de estudio y a la definición crono-cultural utilizada en el trabajo, se van a exponer los distintos yacimientos de los que se han seleccionado muestras cerámicas para análisis. De cada uno de estos asentamientos se explicitarán sus rasgos más relevantes y su marco espacio-temporal. Se describirán algunos de los datos obtenidos de los procesos de excavación y el estudio de los materiales, resaltando sus características cronotipológicas y la secuencia estratigráfica relacionada con el registro seleccionado. En este sentido, los yacimientos y las áreas de estudio concretados responden a dos estrategias de análisis que van encaminadas a abordar dos cuestiones diferentes. Por un lado, se pretende realizar una aproximación diacrónica del registro cerámico por lo que se han seleccionado cerámicas asociadas a diferentes cronologías. Por otro lado, se ha querido realizar una aproximación sincrónica al registro donde se considere, simultáneamente, el contexto espacial y funcional en el que se utilizaron y/o depositaron las cerámicas.

3. PERIODIZACIÓN.

Se han realizado múltiples periodizaciones de la prehistoria balear desde principios de siglo XX, especialmente desde los años 60. La mayoría de estas clasificaciones, de raíz histórico-cultural, se han basado, fundamentalmente, en criterios arquitectónicos y tipológicos, así como en el establecimiento de una serie de fósiles directores, con el objetivo de definir los rasgos que caracterizan cada periodo. Precisamente, en este contexto, se llevaron a cabo los primeros estudios de cerámica prehistórica en Baleares, desarrollándose los primeros intentos de sistematización tipológica (p. e. Veny 1968; Camps *et al.* 1969). Desde de los años 80, y a partir del trabajo de W. Waldren (1982, 1996), se ha ido incrementado notablemente el número de dataciones radio-carbónicas obtenidas de distintas excavaciones arqueológicas. Ello ha permitido establecer, por un lado, una relación cronológica más fiable de los distintos contextos específicos excavados. Por otro lado, ha favorecido a la vez el desarrollo de periodizaciones mucho más sólidas ya hacia finales de los años 90 (Lull *et al.* 1999: 11).

No se pretende realizar aquí un estudio en profundidad de las periodizaciones realizadas a lo largo de la historiografía balear ni de de los diferentes criterios utilizados para establecer los distintos periodos. En este sentido, ya hay excelentes síntesis disponibles para consulta que abordan estas cuestiones (Calvo y Salvá 1997: 12-18; Castro *et al.* 1997; Guerrero 1997; Aramburu 1998: 31-43, 63-71; Palomar 2005: 5-34; Balaguer 2005: 10-48) haciendo hincapié en las distintas problemáticas relacionadas con este tema, por lo que, no se va a incidir sobre en esta cuestión. Tampoco se va a profundizar en los parámetros que definen actualmente cada una de estas fases, si bien las consideraciones oportunas se realizarán en capítulos posteriores, más centrados en la interpretación de los resultados obtenidos.

Únicamente vamos a plasmar la secuencia cronológica empleada en la categorización de los distintos yacimientos y de los materiales asociados a cada una de sus fases con el objetivo de ubicar cronológicamente al lector a lo largo del trabajo y evitar posibles confusiones a tal efecto. En lo que se refiere al establecimiento de la periodización, el estudio se centrará exclusivamente en los periodos que comprenden los materiales analizados en este trabajo, así como en las problemáticas asociadas que creemos pueden generar problemas de comprensión, tanto de los datos como de las conclusiones extraídas del análisis de la cerámica. Se dejan de lado fases anteriores al Bronce Antiguo que apenas se han tratado a lo largo del discurso.

El mayor problema al que deben enfrentarse, desde nuestro punto de vista, las periodizaciones establecidas, lo que a su vez ha generado más controversias entre los distintos investigadores, se relaciona con los criterios utilizados a la hora de establecer los periodos de transición entre diferentes periodos. Como ocurre con frecuencia, no siempre resulta fácil delimitar con precisión el origen y el fin de una entidad arqueológica, así como establecer el proceso histórico que la originó. En todo caso, la adscripción de un conjunto cerámico a una u otra entidad tendrá repercusiones en la interpretación que se haga del mismo, de modo que se pueden extraer conclusiones totalmente diferentes dependiendo del contexto crono-cultural en el que se inserten las muestras. Si bien existe en la actualidad un mayor consenso sobre los momentos de cambio, así como los elementos que los definen, resulta necesario, para evitar posibles confusiones, establecer el marco crono-cultural que se ha empleado para clasificar el registro analizado y las problemáticas asociadas con los mismos. En nuestro caso, hay tres periodos de tránsito que nos afectan:

a) Inicio del Bronce Naviforme (1700/1600-1000/850 BC).

Se han realizado numerosos intentos de periodización de este periodo (Rosselló 1972; Waldren 1982; Plantalamor 1991; Calvo y Salvà 1997; Guerrero 1997; Plantalamor 1997) con cambios incluso en su denominación que ha pasado de llamarse Pretalayótico (Rosselló 1972; Pons 1998) a Naviforme (Lull *et al.* 1999) o Bronce Naviforme (Calvo *et al.* 2002). Lo cierto es que en los últimos años se ha llegado a cierto consenso respecto a su delimitación crono-cultural, que se podría ubicar entre el 1700/1600 y el 1000/850 BC (Lull *et al.* 1999; López Pons 2000; Calvo *et al.* 2001; Salvà *et al.* 2002; Lull *et al.* 2004; Guerrero *et al.* 2006, Guerrero *et al.* 2007). Este periodo se define por la construcción de una arquitectura ciclópea de carácter doméstico (Lull *et al.* 1999) si bien, otros autores, definen el periodo a partir del incremento de los hallazgos metálicos en las islas (García Rosselló *et al.* 2007). El mayor problema que observamos en este caso, se relaciona con el momento de inicio de construcción de este tipo de arquitectura. Si bien la mayoría de evidencias sugieren con seguridad su inicio en las islas entre 1600/1500 BC (Lull *et al.* 1999) otros investigadores (Guerrero *et al.* 2007) sitúan el momento de construcción del navetiforme de *Closos de Can Gaià* hacia 1750/1650 BC elevando la cronología de este tipo de estructuras. Más tarde, cuando se aborden las muestras asociadas con esta discusión, se volverá a incidir en esta cuestión.

b) Tránsito entre Bronce Final/Talayótico (1000-850 BC).

En lo que se refiere a esta fase, una serie de confusiones radio-carbónicas de contextos talayóticos generó periodizaciones equívocas a la hora de establecer el inicio del periodo Talayótico y el final de la Edad del Bronce. Ello se debía, especialmente, a los resultados obtenidos de dataciones de contextos arqueológicos talayóticos que sugerían el inicio de esta cultura en un momento que se situaba en el Bronce Final, lo que conllevó la ubicación de los talayots como contemporáneos de los navetiformes. Ello resultaba relativamente coherente puesto que tanto el Bronce Naviforme como la primera Edad del Hierro (Talayótico), se caracterizaban por la presencia de cerámicas con texturas muy gruesas y el empleo de una arquitectura ciclópea. De este modo, en la mayoría de periodizaciones realizadas, la fase Bronce Naviforme, asociada a la utilización de los navetiformes, quedaba integrada formando parte del periodo talayótico, mientras, se utilizó la categoría *Pre-talayótico* como una fase en la que situar yacimientos que no presentaban arquitectura ciclópea o este tipo de cerámica. En definitiva, a menudo, el periodo Talayótico comenzaba en 1500-1200 BC, es decir, en cronologías muy altas asociadas al actual Bronce Naviforme (Rosselló 1963; Lilliu 1967; Fernández Miranda 1978; Waldren 1982; Calvo y Salvá 1997; Guerrero 1999).

Actualmente, podemos asumir, en base importantes series de dataciones radio-carbónicas, que los talayots, elementos que han definido tradicionalmente a la cultura Talayótica, no se construyen con anterioridad a 850 BC (Lull *et al.* 1999 y 2008; Guerrero *et al.* 2007). De este modo, hoy en día, podemos hablar de dos entidades culturales relativamente bien delimitadas crono-culturalmente en función de las tipologías arquitectónicas ciclópeas vigentes en cada periodo. Sin embargo, el tránsito entre el Bronce Final y la época Talayótica ha quedado mal definido en algunas de las periodizaciones que están actualmente en uso (Lull *et al.* 1999). Las últimas dataciones, obtenidas recientemente de estructuras navetiformes, señalan una clara continuidad de uso de los navetiformes que coincide con el momento de construcción de los primeros talayots (Oliver 2005; Javaloyas *et al.* 2007). Podemos observar, por tanto, que existe un solapamiento cronológico, en el arco 1000/800 BC, entre ambos periodos culturales que ha generado graves confusiones a la hora de establecer las diferentes periodizaciones. En este sentido, en este estudio se considerará que el Bronce Final presenta una cronología que abarca hasta 850 BC, momento en el que se inicia con mayor seguridad la fase Talayótica.

c) Tránsito entre el periodo Talayótico/Postalayótico (600-500 BC).

En lo referente a la fase Postalayótica hay que señalar que la curva de calibración utilizada en las dataciones radio-carbónicas presenta problemas en el intervalo cronológico comprendido, *grosso modo*, entre los siglos VI-V BC, periodo que comprende la llamada “meseta del hierro”¹⁰. Este aspecto afecta directamente a la investigación del período postalayótico, por ser éste el momento acotado para su inicio. Por ello, el establecimiento de la cronología de los objetos y contextos característicos de este momento debe realizarse, fundamentalmente, a partir del estudio integrado de fósiles directores procedentes de diferentes contextos estratigráficamente controlados (Palomar 2005). Afortunadamente para este periodo, poseemos abundantes formas cerámicas a torno que están bien sistematizadas a nivel diacrónico y que son de uso generalizado, proporcionando un método alternativo con el que valorar las dataciones obtenidas de las unidades estratigráficas excavadas.

A diferencia de periodos anteriores, la problemática aquí no se relaciona con el momento de inicio del periodo, que pudo ser establecido ya en periodizaciones antiguas a partir del material de importación, existiendo además cierto consenso. En este caso, el debate debe situarse en cómo es conceptualizado este tránsito entre los distintos investigadores. A pesar de todo, existen ciertas controversias sobre cuando situar el tránsito entre el Talayótico y el Postalayótico, así como hacia las subdivisiones que se realizan de esta fase. La mayoría de investigadores sitúan el periodo Postalayótico como una fase final dentro del propio Talayótico, lo que denota una visión de cierta continuidad cultural entre ambas etapas, sin existir una ruptura drástica entre ambos periodos y sin diferenciarlo como una etapa con entidad propia dentro de la Edad del Hierro. De este modo, Lilliu (1967) establece el Talayótico III (500-123 BC) en dos sub-fases: IIIa (V-III BC) y IIIb (III-I BC). Rosselló Bordoy (1972) distingue entre Talayótico III (800-500 BC) y Talayótico IV (500-I BC). Fernández Miranda (1978) engloba todo el Hierro Final en una única fase que empieza en fechas tempranas denominado Talayótico II (700-I BC).

¹⁰ Por este motivo, las dataciones radio-carbónicas referenciadas asociadas a estas cronologías deberán ser tomadas como meramente metódicas e informativas. En todo caso, se señalarán los materiales de la unidad estratigráfica datada con la finalidad de consolidar la cronología y contrastar, además, el grado de precisión de las dataciones.

Observamos, por tanto, cómo la mayoría de autores consideran el Postalayótico como la fase final del Talayótico basándose, esencialmente, en la consideración de que es el elemento arquitectónico, el talayot o la técnica ciclópea, el elemento que define esta sociedad. Obras más recientes han considerado al Postalayótico como un período con entidad propia. De este modo, W. Waldren (1982) distingue entre Hierro Medio (600-400) y Final (400-100 BC). Mayoral (1983) se centra en el periodo Postalayótico distinguiendo tres fases, una primera fase de transición desde el Talayótico (650-450 BC) seguida de una fase Colonial I (450-350 BC) y una fase Colonial II (350-200 BC). Tal y como se puede observar, las causas aducidas para tal consideración son de diversa índole. Mientras para W. Waldren (1982) el factor esencial para el establecimiento de dicha separación es la ruptura que supone la generalización del uso del hierro y el declive en la construcción de talayots. Para F. Mayoral (1983 y 1984) y Lull *et al.* (2001) son los cambios en la organización social los que delimitarán el nuevo período. Finalmente, para V. Guerrero (1985, 1991, 1999, 2000, 2001), tanto en las periodizaciones en las que establece para el Postalayótico, como período como en aquellas en las que este momento histórico es observado como una fase final del talayótico, será la colonización púnica la que otorgará un nuevo carácter al momento final de la prehistoria balear. Por tanto, dentro del periodo Postalayótico la controversia se relaciona con situarlo como un periodo dentro del talayótico o bien como una fase característica y con entidad propia dentro de la Edad del Hierro, al menos en lo que a Mallorca se refiere (Balaguer 2005: 10; Palomar 2005).

En definitiva, desde finales de la década de los 90, se han realizado nuevas periodizaciones que cuentan con mayores datos procedentes de nuevos registros arqueológicos y, sobretodo, se han establecido a partir de series importantes de dataciones radio-carbónicas. De este modo, en este trabajo nos decantamos por periodizaciones más recientes y actualizadas (Lull *et al.* 1999; Calvo *et al.* 2001: 37; Guerrero 2003, 2008) que si bien, como se ha señalado, presentan algunas particularidades, muestran una correspondencia en la mayor parte de sus planteamientos y en los periodos establecidos. Podemos sintetizar la periodización empleada en el siguiente cuadro (Cuadro 2) que se ha confeccionado con la fusión, con algunos matices, de las periodizaciones de Guerrero *et al.* 2007 y Lull *et al.* 1999.

Cuadro 2. Síntesis de los distintos periodos y fases que conforman la prehistoria mallorquina y sus principales rasgos definitorios.

Fase		Cronología	Cultura material y características
Primeros Asentamientos		2900-2800 BC	-Utilización de abrigos y grutas para estabulación de ganado. -Inhumación de pequeños grupos en grutas.
Calcolítico	Campaniforme	2500-2300 BC	- Poblados de cabañas. - Ganadería trashumante. - Cerámica incisa campaniforme. - Metalurgia local del cobre. - Inhumaciones no masivas en grutas y abrigos.
	Epicampaniforme	2000-1900 BC	- Decoraciones incisas simples. - Ganadería trashumante. - Primeras inhumaciones colectivas en grutas e hipogeos. - Construcción de dólmenes. - Primeras evidencias de materiales de bronce.
Bronce	Bronce Antiguo	1900-1650 BC	- Primeros instrumentos de bronce - Continuidad con el epicampaniforme
	Bronce Antiguo (Naviforme I)	1650-1500 BC	- Aparición de asentamientos con arquitectura ciclópea. - Abandono de poblados de cabañas. - Ganadería trashumante estabulada en abrigos. - Necrópolis colectivas en grutas e hipogeos. - Utilización de los dólmenes. - Santuarios rupestres. - Inhumaciones sencillas en tumbas individuales.
	Bronce Medio/Final (Naviforme II)	1400-850 BC	- Auge de los intercambios con el exterior. - Proliferación de objetos de bronce. - Áreas de producción comunal a gran escala. - Creación de una red de asentamientos costeros. - Abandono de hipogeos funerarios. - Nuevas necrópolis colectivas en abrigos o grutas.
Hierro	Hierro I (Talayótico)	850-500 BC	- Abandono de la red de asentamientos costeros. - Primeros objetos fenicios. - Aparición de instrumentos de hierro. - Abandono de poblados naviformes y aparición de asentamientos talayóticos. - Control y defensa del territorio.
	Hierro II (Postalayótico I)	500-300 BC	- Llegada masiva de materiales púnicos (T-8.1.1.1). - Ocupación de islotes costeros y fundación de enclaves púnicos. - Construcción de santuarios. - No se construyen más talayots. - Ritual de inhumación con cal y enterramientos infantiles
	Hierro III (Postalayótico II)	300-123 BC	- Formas cerámicas de imitación - Auge de materiales greco-itálicos
Romana	Romano-Republicana	123-30 BC	- Conquista romana de la isla. - Fundación de Palma y Pollentia - Fundación de villas rurales - Continuidad de asentamientos indígenas

4. ÁREAS Y YACIMIENTOS ESTUDIADOS.

Como se ha señalado en la introducción, los objetivos de este trabajo son múltiples, lo que exige de una estrategia de análisis adecuada a la hora de tratar de abordar todas las cuestiones propuestas inicialmente. De este modo, los yacimientos y las áreas seleccionadas (Fig. 1) responden a una intencionalidad definida. El estudio se ha concentrado de forma desigual en dos áreas geográficas, por un lado, se han analizado materiales de tres yacimientos: *Puig de Sa Morisca*, el turriforme escalonado de *Son Ferrer* y el *Turó de les Abelles*. Estos asentamientos se localizan en un mismo territorio, en el sector sur del Término Municipal de Calviá, situado en el extremo oeste de la isla. Los tres yacimientos estudiados constituyen, funcionalmente, distintos tipos de asentamientos que, sin embargo, coinciden en presentar niveles de ocupación durante el periodo Postalayótico. La centralización del estudio en los yacimientos de esta zona responde, por tanto, a la idea de realizar un análisis espacial/funcional y sincrónico de la cerámica presente en un territorio concreto. Hay que señalar que, en la actualidad, no se constata la realización de estudios con este tipo de planteamientos en la isla.

Por otro lado, se han incluido materiales de *Closos de Can Gaià* un yacimiento ubicado a unos 70 km del área anterior, en el sector sureste de la isla en la zona de *Porto Colom*, en el Término Municipal de Felanitx. La inclusión de este yacimiento en el trabajo se realiza con la finalidad de estar en disposición de implementar una visión diacrónica de la producción cerámica que comprenda desde la Edad del Bronce hasta la conquista romana de la isla. De este modo, la incorporación de este yacimiento permite ampliar el número de muestras analizadas adscritas a otros periodos, esencialmente la Edad del Bronce, donde el número de muestras analizadas de la zona de *Santa Ponça* era muy limitado. Además, la comparación de yacimientos relacionados con áreas distantes entre sí puede proporcionarnos una visión que nos permita reflexionar sobre el grado de relación existente entre las estrategias productivas empleadas por comunidades de alfareros diferentes y relativamente distantes en términos geográficos.

Este último punto, unido al análisis diacrónico de la producción, supone también un excelente marco para la puesta en común de los datos y las conclusiones obtenidas en este trabajo con las conclusiones procedentes de otros estudios arqueométricos que ya han contemplado la producción de cerámica a mano en las islas. Esta aproximación se realiza, entonces, con vistas a realizar una interpretación integradora de los datos obtenidos en el contexto científico existente.

Finalmente, hay que señalar que el principal condicionante utilizado para seleccionar determinados yacimientos de estas áreas geográficas ha consistido en la disposición de materiales cerámicos procedentes de niveles con secuencias estratigráficas bien establecidas y contextualizadas temporalmente mediante dataciones radio-carbónicas. En los yacimientos carentes de dataciones radio-carbónicas, o donde éstas mostraban una utilidad más limitada, se ha recurrido, para datar los contextos estudiados, a métodos indirectos, como la utilización de fósiles directores. En este caso, los fósiles directores se basan, principalmente, en materiales cerámicos a torno importados, éstos al estar bien sistematizados, resultan bastante fiables para datar los contextos con los que estamos trabajando.

Otra de las condiciones consideradas imprescindibles en la selección de los materiales y los yacimientos ha consistido en que éstos hayan sido excavados utilizando metodologías que nos permitan conocer la ubicación exacta de los materiales a nivel micro-espacial dentro de las distintas estructuras y dentro de las unidades estratigráficas que conforman el asentamiento. Por este motivo, se han contemplado preferentemente yacimientos excavados recientemente o aquellos excavados hace varias décadas donde, siguiendo este método de registro, las memorias de excavaciones están completas y publicadas en su práctica totalidad. Este aspecto resulta fundamental para poder contextualizar de forma precisa los materiales analizados, interpretarlos y establecer relaciones con el resto de la cultura material con la que se asocian contextualmente.



Figura 1. Localización de las zonas de la isla y los yacimientos estudiados.

4.1. Estrategia sincrónico-espacial: el área de *Santa Ponça*.

Para profundizar en los diferentes objetivos propuestos en la introducción, se ha iniciado el análisis de materiales procedentes, la amplia mayoría (87%), de distintos yacimientos situados en la zona de *Santa Ponça*, en el sur del Término Municipal de Calvià (Mallorca). Los asentamientos seleccionados representan diferentes contextos espaciales, secuencias crono-culturales y distintos espacios funcionales. Sin embargo, todos ellos coinciden en presentar evidencias de ocupación en un mismo marco temporal, durante el Postalayótico. Esta estrategia de selección de los yacimientos estudiados no es casual, sino que responde a la intencionalidad de integrar la producción cerámica en un contexto macro-espacial/funcional. Este tipo de tendencia en los estudios de cerámica se denomina en el ámbito anglosajón como *Spatial Pattern Analysis* (Soltman 2001) y se centra en la dispersión espacial de las piezas, combinando los estudios de cerámica con estudios espaciales.

En este sentido, el análisis cerámico realizado se ha concentrado en un área o hinterland muy concreto, donde los recursos y las materias primas disponibles en el entorno fueron potencialmente los mismos para todos los alfareros que fabricaron las cerámicas. Este planteamiento de partida resulta muy práctico, especialmente si consideramos que los alfareros realizarían su producción en base a materiales locales y que, posteriormente, las piezas fabricadas serían depositadas, mediante diversas dinámicas, en los distintos asentamientos. Esta aproximación nos permitirá, en última instancia, y a partir del análisis formal del registro arqueológico de los distintos asentamientos, entender cómo y por qué se desarrollan determinadas formas de producción cerámica en un mismo territorio de la Edad del Hierro Final en Mallorca.

Esta estrategia de análisis resulta además de gran utilidad para conocer qué relación se produce entre los rasgos de la producción cerámica con los distintos contextos funcionales donde se depositaron los objetos de acuerdo con las distintas necesidades de los individuos que habitaron en el territorio. En este sentido, los asentamientos seleccionados del área de *Santa Ponça* presentan ciertas particularidades en sus rasgos espaciales y arquitectónicos, así como en los materiales hallados en el transcurso de las diferentes excavaciones. Estas singularidades se corresponden con las funciones que cumplieron los asentamientos que, como señalaremos, tienen un peso relevante para las personas que los construyeron y utilizaron a nivel territorial, socioeconómico y simbólico.

Los materiales seleccionados para esta parte de la tesis doctoral provienen, por tanto, de tres yacimientos situados en un radio inferior a los 2.2 km de distancia unos de otros (Cuadro 3 y Fig. 2), situados todos ellos en la península que se extiende al sur del municipio de Calvià (Mallorca). Esta conexión espacial que se establece entre los diversos asentamientos nos obliga a realizar, antes de iniciar el estudio detallado de las muestras, una aproximación profunda a las características de la zona de estudio, así como a algunas de las materias primas minerales que se sitúan en el mismo. Esta aproximación se efectúa en torno a dos grandes bloques, por un lado, el contexto natural entendido como la caracterización geográfica, paleo-ecológica y geológica. Por otro lado, se realiza una breve revisión historiográfica de las investigaciones realizadas en la zona, para pasar a considerar, finalmente, las dinámicas mediante las que se fue constituyendo la ocupación humana en la región. En este sentido, se hará especial mención a las características básicas que definen estas dinámicas territoriales y su dispersión cronológica y espacial.

Cuadro 3: Distancia existente entre los tres yacimientos analizados en el área de *Santa Ponça* (en m):

	Son Ferrer	Turó de les Abelles
Puig de Sa Morisca	2200	775
Son Ferrer	0	2000



Figura 2. Ubicación de los yacimientos analizados del área de *Santa Ponça*.

4.1.1. El área de *Santa Ponça* y su contexto natural.

4.1.1.1. Descripción Geográfica.

La península que se sitúa en la zona sur del municipio de Calviá tiene una extensión aproximada de unas 3.500 ha (*SigPac*) y está delimitada, en su vertiente sur, por la costa escarpada que culmina en el *Cap de Cala Figuera*. Hacia el este se encuentra una zona de albufera que en la actualidad está parcialmente desecada, y los arenales de Palma Nova y Magalluf. El sector norte queda flanqueado por las últimas estribaciones de la *Serra de Na Burguesa* donde se localizan pequeñas montañas como el *Puig de Sa Ginesta* (186 m), *Puig del Rei* (200 m) y *Puig de Saragossa* (188 m), que sobresalen de las zonas más llanas próximas a la costa.

El sector oeste de esta zona se caracteriza por la presencia de una gran bahía que da paso a una cala de 90 ha que tiene a ambos lados varias formaciones montañosas escarpadas, por el este se encuentra el *Puig de Sa Morisca* (120 m) y por el oeste *Ses Rotes Velles* (102 m). Al final de la bahía se sitúa una planicie sedimentaria donde, antes de su completa desecación con fines turísticos y urbanísticos, se situaba una marisma y antiguamente una albufera. El contacto de esta planicie con la costa se realiza a través de una playa amplia y poco profunda constituida por dunas y pinar. La síntesis realizada por Camps y Vallespir (1998: 13) sobre las fuentes documentales disponibles sobre el lugar, señala la existencia, en el siglo XVIII, de una albufera que se extendería hacia el interior en unos 200 m desde la playa actual. Antes de la contaminación de esta zona húmeda por escombros y materiales de relleno, ésta se caracterizaba por ser muy plana, con presencia de sedimentos aluviales en la zona más occidental aportados por el torrente de Galatzó y por ser proclive a acumular agua estancada. Se constata, por tanto, la existencia de una zona pantanosa con un drenaje deficiente sujeta a procesos de hidratación y desecación estacionales y puntuales (Segura y Carrero 1990: 24). Sin embargo, se estableció desde finales del siglo XIX y en base a la fauna fósil hallada, que la zona pantanosa se correspondería en sus orígenes con una albufera de salinidad variable y en contacto con el mar que podría haber llegado a profundizar hasta 1 km en la tierra firme actual.

Esta albufera se individualizó progresivamente del mar mediante bancos de dunas y se fue colmatando con los sedimentos aluviales procedentes del torrente, hasta quedar reducida a zonas de aguas estancadas cuya intensidad estaba sujeta a ciclos estacionales. Los atributos de los moluscos estudiados procedentes del *Turó de les Abelles* indican que, al menos antes del cambio de era, existirían zonas en la albufera con bajos índices de salinidad (Camps y Vallespir 1998: 18, 36).

Se trata, por tanto, de un territorio muy bien delimitado geográficamente, ya que la península citada queda claramente marcada por la presencia de una zona de costa donde abundan acantilados, otras zonas de montaña y, finalmente, zonas húmedas a este y oeste. Estas zonas húmedas dan lugar a un estrechamiento de la península a modo de un gran istmo que se encuentra cerrado al norte por las últimas estribaciones de la *Serra de Tramuntana*. Dentro de esta zona geográficamente delimitada, los principales accesos por vía terrestre se concretan en zonas de paso situadas entre estas montañas y colinas. Al este se ubica el paso del *Coll de Sa Batalla* que da acceso a la zona de Palma Nova, Bendinat y de ahí a la actual ciudad de Palma. Al noroeste se continúa por el torrente de Galatzó hasta rodear la *Serra de Gorvió* (135 m). Al parecer, como señalan autores especializados, el paso natural que ofrece el torrente fue aprovechado como principal vía de comunicación desde antes de la edad media para ir desde *Santa Ponça* a los valles de Calviá y a Es Capdellá, situados unos pocos kilómetros hacia la zona norte (Grimalt 2001). Finalmente, las zonas donde se ubican ambas albuferas constituyen las zonas más accesibles a tierra firme desde el mar.

Los recursos hídricos en la zona provienen, principalmente, del torrente de Galatzó. Éste es el curso de agua más importante del término y nace en la parte situada más al norte del valle de Galatzó. Su caudal va aumentando gracias a los aportes de otros torrentes y afluentes (*Es Ratxo*, *Torrent de Son Boronat*, etc.) que posteriormente se unen a él hasta desembocar en la antigua albufera de *Santa Ponça* aportando, cíclicamente, grandes cantidades de sedimentos. Otro de los torrentes importantes de la zona es el que desemboca en *Sa Caleta*. Su trazado forma el principal puerto natural de la bahía que, incluso actualmente, supone el principal punto de amarre de embarcaciones de la zona. Este torrente, de 1 km de longitud, se localiza en la vertiente sur del *Puig de Sa Morisca*, a 375 m de distancia del yacimiento. Su utilización está constatada en época romana por la presencia de ánforas PE-25 y PE-41 (Cerdá 1999).

Algunos autores han llegado a proponer, dada la existencia de muros ciclópeos y restos de materiales en el margen del torrente, a unos 200 m de la costa, que éste pudo ser parcialmente navegable (Vallespir *et al.* 1987; Camps y Vallespir 1998: 22). Finalmente, señalar la presencia de otro torrente de corto recorrido que nace del *Puig de Saragossa* y acaba desembocando en el sector nororiental de la albufera de *Santa Ponça*.

4.1.1.2. Breve aproximación a la geomorfología de Mallorca.

En el análisis de las pastas cerámicas es importante contar con un buen conocimiento geológico acerca de la disponibilidad y distribución en el territorio de las materias primas que pudieron utilizarse en la producción de vasijas (Larrea *et al.* 1999). A continuación, pasamos a realizar, primero, una breve descripción de los rasgos geomorfológicos de la isla en base a algunos estudios geológicos que recogen abundante bibliografía específica sobre el tema (Rodríguez Perea *et al.* 1987; Fornós 1998; Rodríguez Perea y Gelabert 1998; Deyà *et al.* 2001; Cau 2004; Robledo 2005). Posteriormente, se procederá a realizar una síntesis de mayor profundidad de las zonas concretas consideradas en el trabajo.

Mallorca es la isla de mayor extensión del Archipiélago Balear, morfológicamente está compuesta por dos formaciones montañosas paralelas entre sí, con una orientación de suroeste a nordeste, la *Serra de Tramuntana* y las *Serres de Llevant*. Entre estas dos formaciones se constata una depresión conocida como *el Pla*, una zona más o menos plana con pequeñas elevaciones. Estructuralmente, la *Serra de Tramuntana* de Mallorca abarca toda la costa septentrional, desde el *Cap de Formentor* hasta *Andratx*. Esta cordillera fue formada violentamente por la orogenia alpina configurando varias montañas que superan los 1000 m de altura. Esta orogenia comprimió los materiales depositados en el geosinclinal bético, lo que explica la alineación coincidente del archipiélago Balear con la Sierras Béticas. Este plegamiento tuvo lugar en el Mioceno Medio, afectando a los materiales depositados durante el Secundario y el Cenozoico Inferior, y originando las montañas que conforman hoy en día Mallorca, como el *Puig de Massanella* (1348 m) o el *Puig Major* (1445 m). Por su parte, las *Serres de Llevant* se componen de montañas más suaves y erosionadas donde destaca el *Puig de Sant Salvador* (510 m) que presenta una estratigrafía muy similar a la unidad anterior, aunque no se documentan calcáreas del Lías.

Durante el Cenozoico medio y superior, la erosión de estas formaciones rellenó el espacio intermedio formando la llanura central, al mismo tiempo que los movimientos que tuvieron lugar durante el Cenozoico Superior originaron las elevaciones centrales. La formación de plataformas coralinas al final del Mioceno y la erosión y sedimentación que se produjo durante el periodo Cuaternario acabaron de configurar los rasgos geomorfológicos de la Mallorca actual (Fig. 3).

Desde un punto de vista sedimentario y tectónico podemos dividir la historia geológica de Mallorca en tres grandes etapas: Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico. La primera unidad la constituyen materiales del Paleozoico, depositados al pie de un talud continental. Estos materiales son los más antiguos, de unos 300 millones de años, que aparecen en Mallorca durante el Carbonífero. Están formados por meta-pelitas grises con cierto grado de metamorfismo que alternan con cuarzo-arenitas. Éstos están muy poco representados y restringidos a zonas localizadas de la *Serra de Tramuntana*, como el *Port d'es Canonge*. La última fase del Paleozoico, está representada por unos niveles rojizos que presentan continuidad con los materiales iniciales del Triásico (Mesozoico).

La segunda unidad se inicia con materiales del mesozoico de facies germánicas que presentan discordancias internas y efusiones volcánicas. Son de origen continental y con una coloración rojiza. Los primeros materiales de esta unidad pertenecen al Triásico Inferior (*Buntsandstein*), son conglomerados cuarcíferos seguidos de cuarzo-arenitas, limos y arcilla que se hallan restringidos al área costera que se sitúa entre Estellencs y Valldemossa. El Triásico medio (*Muschelkalk*), está representado por calcáreas, dolomías y margas amarillentas y rojizas. El Triásico superior (*Keuper*), está representado por margas rojas, amarillas y verdosas intercaladas con yesos que pueden tener coladas de rocas y cenizas volcánicas como basaltos y doleritas visibles en algunos puntos de la *Serra de Tramuntana* y las *Serres de Llevant*.

El Lías Inferior se caracteriza por una importante sedimentación de plataforma somera que da lugar a un potente paquete de carniolas, calcáreas, dolomías, brechas y calcáreas micritas. Sobre la serie calcárea se localizan margas amarillas del Lías Medio con braquiópodos y amonites indicando una sedimentación de plataforma más abierta. Por encima, aparece cuarzo-arenita interestratificada de color blanco y rojo seguidas de sedimentos de origen pelágico cubiertos por óxido de hierro. En el Lías Superior se diferencian dos facies litológicas y faunísticas, por un lado, una de carácter litoral con calcáreas detríticas duras y areniscas calcáreas. Por otro lado, calizas margosas y margas con presencia de amonites.

El Jurásico está representado por una sedimentación pelágica que origina margas así como calcáreas margosas de color gris que en el *Malm* presenta amonites. Los sedimentos del Cretácico afloran en las tres unidades que componen la isla. Durante el Cretácico Inferior la sedimentación pelágica da lugar a margas de color blanco (mayólicas) con abundante fauna planctónica y amonites. En el Cretácico medio se sedimentan margas de color oscuro con amonites piritosos y abundantes foraminíferos.

La tercera unidad corresponde al periodo Cenozoico, que se inicia en el Paleógeno con unos depósitos litorales de calcarenitas del Eoceno Medio, margas arcillosas y calcáreas con nummulites y algas. El Eoceno acaba con una serie de transgresiones hacia el noroeste representado por calcarenitas con fauna litoral. Durante el Oligoceno se instauran importantes dominios lacustres, bien representados en el centro de la isla, con episódicas transgresiones marinas durante el Oligoceno superior. Se producen diversos ciclos sedimentarios con niveles de limonitas asociadas a lignito, calcáreas, conglomerados, areniscas y evaporitas. En la parte superior aparecen materiales detríticos calcáreos que proceden de la erosión del Mioceno, representados por conglomerados, arenitas y pelitas de carácter fluvial-lacustre.

Al inicio del Neógeno, durante el Mioceno, se produce un cambio paleogeográfico radical que coincide con la rotación levógira de Córcega y Cerdeña y la apertura del Golfo de Valencia. Se registran los primeros cabalgamientos que serán responsables de la estructura actual de la isla. Durante el Mioceno Inferior se producen transgresiones y regresiones marinas que originaron una gran diversidad de facies. Este proceso deja zonas emergidas donde se depositan, en una primera fase del Mioceno Inferior, areniscas. En una segunda fase se observan brechas, conglomerados compactos, calcarenitas, areniscas finas, calcáreas coralinas y margas asociadas con yesos, normalmente en depósitos de poca potencia. Los depósitos del Mioceno Inferior y Medio son coetáneos a los movimientos tectónicos de compresión que dieron lugar a las sierras y otras elevaciones centrales. Estas tierras emergidas fueron el área fuente de los sedimentos que fueron rellenando depresiones que quedaron entre las formaciones más elevadas.

Durante el Plioceno empieza una transgresión con una línea de costa que da lugar a una serie regresiva. Este periodo se inicia con unos sedimentos de plataforma abierta representados por unas margas y sobre ellas calcarenitas de tipo litoral y, al final del Plioceno, se sedimentan unas calcarenitas bioclásticas con estratificación cruzada que corresponden a depósitos de dunas.

Introducción al área de estudio y periodización

Durante el Cuaternario Mallorca ya tenía una morfología muy parecida a la actual. En esta fase se depositan sedimentos rojizos de carácter continental formados por margas, conglomerados, areniscas y limos. Estos materiales detríticos se documentan usualmente por toda la isla, sin embargo, dos cuencas de sedimentación situadas en Palma e Inca presentan la mayor acumulación. Finalmente, señalar que en este periodo se sucede la alternancia de periodos fríos y cálidos que provocaron cambios en el nivel del mar de hasta 100 m.

Como observamos, Mallorca se puede definir como una isla predominantemente calcárea a excepción de algunos afloramientos volcánicos de basaltos y doleritas en puntos muy localizados del territorio, y materiales silíceos del Triásico. De este modo, en la isla predominan paisajes cársticos, relieves causados principalmente por la disolución de las rocas por aguas meteóricas de infiltración, que forman un drenaje en parte subterráneo, con abundantes cuevas y abrigos, y formas superficiales muy características. Litológicamente, las unidades que conforman Mallorca se caracterizan por el dominio de materiales carbonatados, fundamentalmente calizas y dolomías, con menor presencia de sedimentos siliciclásticos, representados fundamentalmente por margas y arcillas. Los ambientes de deposición son diversos, desde facies de tipo eólico y lacustre, pasando por facies marinas de plataforma abierta, talud y pelágicas. Esta diversidad está estrechamente relacionada con episodios tectónicos correspondientes con la orogenia alpina que, junto con los medios sedimentarios, han dado lugar a la diversidad litológica y estratigráfica presente en la isla.

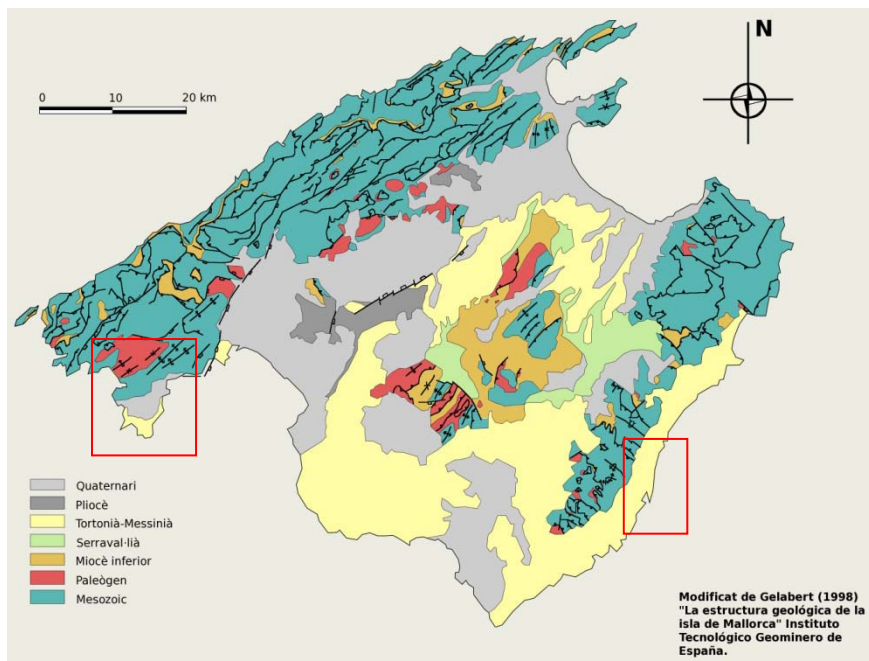


Figura 3. Mapa mostrando la estructura geomorfológica de Mallorca.

4.1.1.3. Geomorfología del área de *Santa Ponça*.

Si bien la geología de la península de Calvià se encuadra dentro del marco geológico general descrito, la naturaleza de la disciplina arqueológica exige considerar el entorno geomorfológico a una escala más humana, es decir, centrada en la propia diversidad de los recursos locales y no sólo en procesos geológicos generales. En este sentido, resulta conveniente realizar una descripción detallada del medio geológico en el que se enmarca el objeto de estudio. Los sedimentos más antiguos cercanos a la zona estudiada son de la facies *Keuper* y se sitúan en localizaciones muy concretas y restringidas de zonas interiores de la *Serra de Na Burguesa*. Se relacionan con lutitas, areniscas, yesos y rocas volcánicas efusivas, fundamentalmente basaltos, que nos indican una deposición en un ambiente continental con una intensa actividad volcánica. Estos depósitos del Keuper aparecen asociados a dolomías tableadas, margas y brechas del Triásico Superior que conforman la sierra antes citada hasta llegar a la zona de *Santa Ponça*. En esta zona se desarrollan las últimas formaciones montañosas durante el Jurásico (Lías) como *Ses Rotes*, *Puig de Saragossa* y *Puig de Sa Celleta*. Están formadas por dolomías tableadas, calizas con sílex, calizas nodulosas, afloramientos de cuarzo, brechas, margas y areniscas calcáreas (5).

Ya centrándonos en la zona de *Santa Ponça* (Fig. 4), podemos señalar la deposición durante el Cretácico de calizas y margas pelágicas oscuras con fauna piritosa en la zona de albufera. Estos sedimentos, actualmente inaccesibles, están asociados a un ambiente de plataforma externa abierta a talud. Si bien el estudio del *Instituto Tecnológico Geominero* no identificó esta formación sedimentaria en los mapas geológicos más recientes (ITGE 1991a), si aparece registrada en los mapas realizados por la misma institución a finales de los años 50 (IGME 1958), cuando la acción antrópica sobre el medio era aún discreta. En todo caso, se ha confirmado en este trabajo su presencia directamente a través de sondeos sobre el terreno. Posteriormente, durante el Cenozoico, se constata una importante deposición de materiales del Eoceno Superior, fundamentalmente conglomerados, arcillas, limos, calizas y areniscas calcáreas (11 y 12). En la zona de *Santa Ponça* estas formaciones resultan mucho más discretas que en la vecina zona de Peguera y Costa de la Calma, ya que únicamente se documentan en la zona noreste del *Puig de Sa Morisca*. Son materiales continentales muy blandos que se entremezclan con conglomerados marinos en su base y que originan un relieve suave, cubierto de depósitos cuaternarios.

En el extremo este de la península se localizan, en la zona de Magalluf y *Cala Vinyes*, la presencia de capas masivas de limolitas calcáreas y calizas bioclásticas arenosas del Tortonense (18). La zona que comprende desde el sur del *Puig de Saragossa* hasta la costa del *Cap de Cala Figuera*, está formada por una gran extensión de calcarenitas bioclásticas, con un 10% de cuarzo, abundantes foraminíferos y restos de moluscos, especialmente bivalvos y algas, asociadas a facies del Pleistoceno Inferior y Medio (22). Ya en el Cuaternario observamos la presencia de eolianitas (arenisca) del Pleistoceno Superior (25) en la zona que comprende desde el *Puig de Sa Morisca* hasta el turriforme escalonado de *Son Ferrer*. Ésta es una zona plana que va descendiendo hacia el centro para volver a ascender hacia la costa, donde también se observan eolianitas en la zona de *Rafaubeitx*. Son eolianitas constituidas por granos bioclásticos, litoclastos calcáreos y algunos granos de cuarzo cementados con carbonatos. Contienen, además, macro-fragmentos de conchas y foraminíferos (Rosselló Verger y Cuerda 1973).

También asociado al Pleistoceno Superior, se documenta la presencia de limos arcillosos con materia orgánica en la albufera de Magalluf. Éstos sedimentos, fangosos y con niveles de arenas, se asocian a una antigua laguna de carácter muy salobre individualizada del mar mediante depósitos litorales y dunas (26). Ya en el Holoceno observamos, sobre algunos puntos de la plataforma de calcarenitas y arenisca, la presencia de materiales detríticos formados por coluviales de cantos constituidos por gravas y elementos calizos y dolomíticos con una matriz limo-arcillosa relacionados con conos de deyección de torrentes y derrubios de ladera (27). En la zona superior de la zona de estudio se observa en la plana de *Son Bugadelles* la presencia de limolitas y arcillas rojas con gravas y cantos de calizas procedentes de depósitos de origen aluvial y la alteración de rocas calcáreas (29). Finalmente, en la zona de la antigua albufera de *Santa Ponça* se observan dunas recientes, consistentes en arenas eólicas calcáreas medias y finas. Éstas no están consolidadas pero están relativamente fijadas por la vegetación (30). Finalmente, en la zona de la albufera donde desemboca el torrente de Galatzó se documenta la aportación de sedimentos detríticos aluviales (31). En la zona de Magalluf se constata también, en zonas de costa, la presencia de estas arenas calcáreas de grano grueso y medio (32).

En definitiva, como se ha señalado para el resto de la isla, se trata de un terreno esencialmente sedimentario de origen cuaternario, en menor medida se dan también formaciones pertenecientes al Jurásico y al Terciario (ITGE 1991; Rodríguez *et al.* 1997). Dentro de las limitaciones observadas en los materiales del entorno, donde predominan materiales calcáreos, existe una amplia diversidad de rocas, arcillas y otros materiales que pueden utilizarse potencialmente para la consecución de cerámicas y otros objetos. Finalmente, se documentan pocos afloramientos y de escasa entidad de materiales volcánicos como basaltos en zonas más alejadas e inaccesibles de la *Serra de Na Burguesa*.

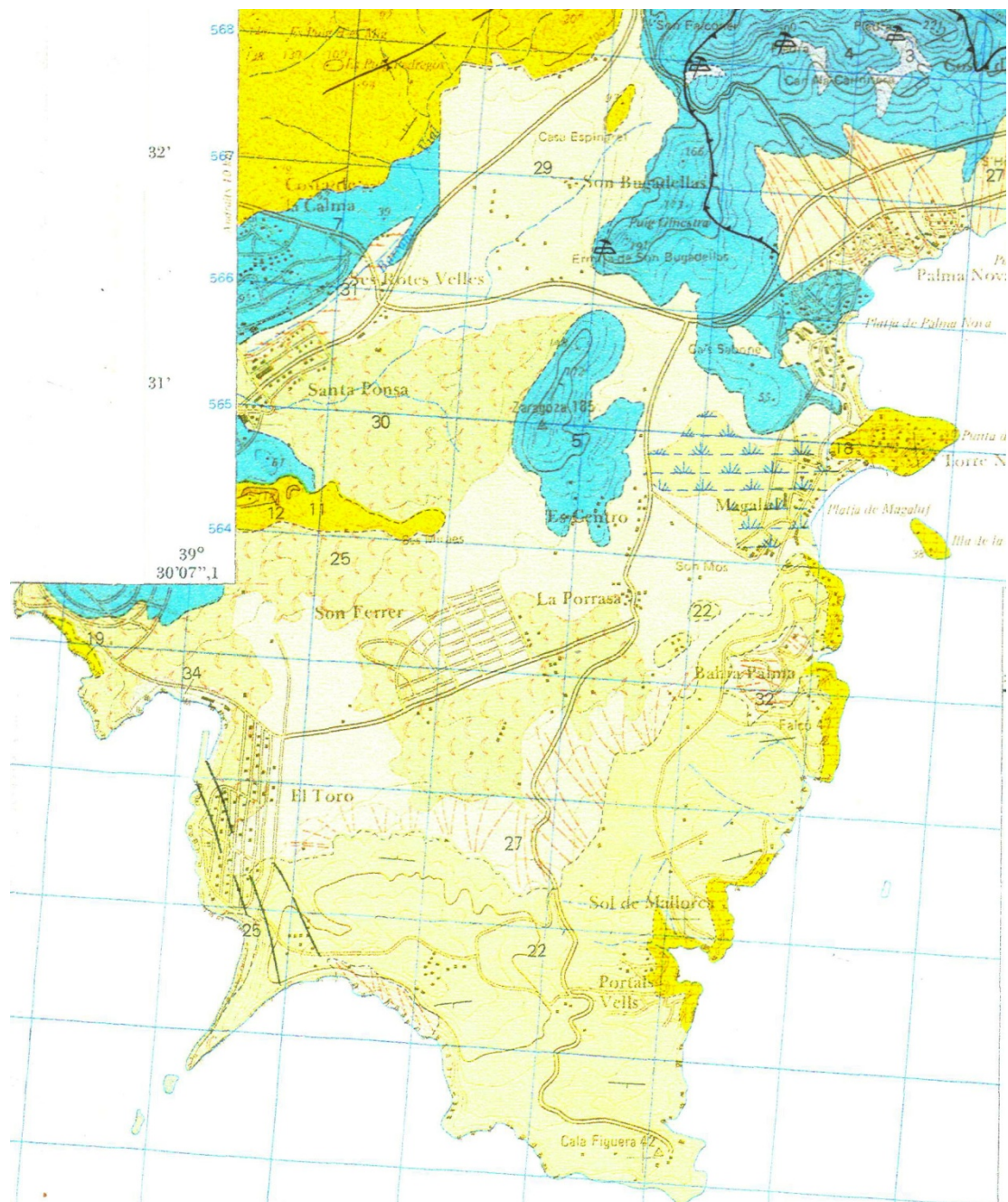


Figura 4. Mapa Geológico de la península del sur de Calvià (ITGE 1991).

4.1.1.4. Reconstrucción paleo-ecología del área de *Santa Ponça*.

Las fuentes documentales disponibles desde el siglo XVIII y XIX señalan que la zona plana inundable, relacionada con la antigua albufera, estaría cubierta de abundante vegetación arbustiva y herbáceas que era característica del entorno hasta hace unas décadas (Segura y Carrero 1990; Camps y Vallespir 1998). Este aspecto concuerda bien con los análisis polínicos realizados en el área de estudio (Esteban en Camps y Vallespir 1998; Servera y Picornell 2005; Servera e. p.; Llergo *et al.* e. p.). Estos estudios coinciden en señalar que, entre 500-50 BC, hay un claro dominio de plantas herbáceas sobre las arbóreas y arbustivas, siendo los taxones arbóreos dominantes los de carácter termo-mediterráneo. Este hecho parece indicar que los grupos humanos se localizaban en una zona abierta, deforestada y muy desprovista de cobertura arbórea, contribuyendo ello a una buena visibilidad y visualización del territorio. En los alrededores aparecerían, como elementos aislados, rodales arbóreos de formaciones leñosas típicamente mediterráneas formadas principalmente por pinos y encinas.

Este aumento de las herbáceas en detrimento de las especies arbóreas ha sido interpretado en relación con una desecación del medio unido a una mayor presión antrópica (Yll 1984; Burjachs *et al.* 1994). En el yacimiento de *Ses Païsses* (Burjachs en Aramburu y Hernández 2005) el entorno también se presenta deforestado entorno I BC. En cuanto a la composición del bosque estaría formado por pino, encina y olea. En el turriforme de *Son Ferrer* se apunta también hacia un espectro poco forestado, con valores de polen arbóreo siempre inferiores al 10%, con predominio del pino y la encina, aunque con presencia de árboles mesófilos como *Quercus caducifolio*, *Alnus*, *Salix* o *Tilia* (Servera y Riera 2007 inédito). También Yll (1984) afirma que la escasez de elementos arbóreos y el dominio de plantas herbáceas en el yacimiento de *Son Fornés*, que podría estar relacionado con un aumento en la sequedad del medio y por una intensa y extensa actividad humana. Concluye señalando un bosque mediterráneo muy abierto, con presencia de pino y encinas así como otro tipo de bosque residual.

Para estas cronologías, cabe comparar también estos datos con la secuencia de la albufera de la Alcúdia (Burjachs *et al.* 1994) que presenta similitudes con los trabajos palinológicos realizados hasta el momento en las Islas Baleares, tanto en yacimientos arqueológicos como en sedimentos naturales. A partir de 2440 BC se detecta una progresiva disminución de las especies arbóreas, con bosques formados principalmente por pinos, encinas y acebuche. El estrato arbustivo está formado fundamentalmente por Ericaceae, Pistacea, Cistus y Ephedra fragilis. En cuanto a las herbáceas dominan Poaceae, Plantago, Chenopodiaceae, Asteraceae, y Apiaceae.

Por otro lado, varios investigadores apuntan hacia una cota más alta del nivel del mar en la zona de Santa Ponça entre los siglos IV y II BC, ésta pudo experimentar oscilaciones de entre 3 y 4 m respecto a la actual (Vallespir *et al.* 1987; Esteban *et al.* 1991; Orfila *et al.* 1996, Camps y Vallespir 1998; Guerrero *et al.* 2002; Guerrero 2007). De esta forma, se puede concluir que el asentamiento humano de esta región se halla emplazado en una zona que fue rica en recursos bióticos, de tipo forestal, agro-ganadero y marino, tanto de agua dulce como salada (Esteban *et al.* 1991). Sin embargo, podemos acusar, al menos durante época postalayótica, una mayor carencia o limitaciones en lo que se refiere a recursos forestales de tipo leñoso.

4.1.2. Santa Ponça y su contexto histórico.

4.1.2.1. Trabajos arqueológicos desarrollados en la zona.

De la ocupación prehistórica de la zona costera de Santa Ponça se tienen noticias y breves descripciones desde las primeras décadas de siglo XX (Ensenyat Pujol 1919), aunque ésta ya era conocida desde fines del siglo anterior en los círculos ilustrados de la arqueología mallorquina (Seguí Rodríguez 1885). Posteriormente, el Boletín de la Sociedad Arqueológica Luliana publicó, de nuevo, en la primera mitad de este siglo, en sus “secciones oficiales de noticias” (1937-38; 1939-43), referencias diversas a las unidades arquitectónicas y a los diversos hallazgos cerámicos realizados en las visitas organizadas por la sociedad al Puig de Sa Morisca. A pesar de lo rico y complejo que es el núcleo central del asentamiento y sus unidades periféricas, sólo aparece citado en la bibliografía arqueológica por la construcción circular que corona la cima de la colina.

La escritora B. Pell (1962) hace por primera vez mención expresa de la importancia de todo el poblado. Por otro lado, J. Mascaró Pasarius dejará consignado el yacimiento en los inventarios generales (1967) de Mallorca y en específico de Calviá (1973), aunque únicamente lo identifica por *Puig de Sa Morisca* sin hacer mención de los restos arquitectónicos que se dispersan por la ladera de dicha colina. Finalmente, en un trabajo global de la riqueza arqueológica del municipio de Calviá (Guerrero 1982) se incluye el primer estudio detallado de todos los conjuntos que son objeto de estudio en este trabajo: *Puig de Sa Morisca* (pp. 121-133), *Castell des Moros de Son Ferrer* (pp. 153) y *Es Turó de Ses Beies* (pp. 243-248).

El estudio citado estaba basado en la prospección arqueológica superficial y se hizo un esfuerzo considerable por levantar y dar a conocer los planos de aquellas unidades arquitectónicas más significativas. Igualmente, se hizo un muestreo de los hallazgos superficiales y se revisó de forma exhaustiva toda la bibliografía existente de cada uno de los conjuntos. Poco después, el área de *Santa Ponça* fue objeto de atención especial por parte de los responsables del catálogo municipal que publicaron varios trabajos (Vallespir *et al.* 1987; Esteban *et al.* 1991; Orfila *et al.* 1996) cuyo interés principal radicaba en dar a conocer los primeros informes de las excavaciones efectuadas en los yacimientos *Santa Ponça 6* (Kings Park), *Sa Mesquida* y el *Turó de les Abelles*, así como las prospecciones de otros asentamientos de la zona.

Finalmente, a mediados de la década de los 90, esta zona empezó a ser intensamente investigada por miembros del Área de Prehistoria de la Universidad de las Islas Baleares en el marco de varios proyectos I+D. Desde entonces se han excavado varias estructuras y se han publicado abundantes trabajos que comprenden diversos yacimientos de la zona como el turriforme de *Son Ferrer* (Garcías y Gloaguen 2003; Alesán y Malgosa 2005; Calvo *et al.* 2005; Guerrero *et al.* 2006; Albero 2007; García Rosselló 2010; Servera e. p.), *Can Vairet* (Calvo *et al.* 2006), *Alemanya* (García Amengual 2009), *Puig de Sa Morisca* (Quintana 1999; Quintana 2000; Quintana y Guerrero 2000; Calvo 2002; Guerrero *et al.* 2002; García Rosselló y Quintana 2003; Quintana y Guerrero 2004; Albero 2007; García Rosselló 2010; García Amengual *et al.* 2010). Finalmente se han realizado varios análisis espaciales del territorio (Calvo *et al.* 2005, 2006 y 2009; Calvo 2009) y de algunos de los recursos minerales de la zona (Albero y García Rosselló 2008 y 2010; García Rosselló y Albero 2008).

4.1.2.2. El asentamiento humano en el área de *Santa Ponça*.

Las características naturales del territorio descrito han favorecido una ocupación humana importante del territorio, de manera que la región constituye una zona arqueológicamente muy densa. En esta zona se documentan en la actualidad, al menos una treintena de yacimientos arqueológicos. Estos yacimientos se relacionan con distintas cronologías y localizaciones, por tanto, para entender cómo se desarrolla la producción de cerámica y la explotación de materias primas resulta conveniente indagar en la relación establecida con el medio a lo largo de los distintos periodos de ocupación del área, así como la relación existente entre las poblaciones de los diferentes yacimientos que se documentan en la misma.

La clasificación cronológica de los yacimientos estudiados y algunos de los que se van a citar a lo largo del texto, se han establecido mediante diferentes protocolos (Calvo *et al.* 2005). Se han utilizado para los yacimientos excavados los datos cronológicos obtenidos mediante dataciones radio-carbónicas y a partir del criterio de los fósiles cerámicos. Respecto a los yacimientos que no han sido excavados, su marco de ocupación ha podido establecerse mediante los datos procedentes del estudio de las cerámicas localizadas en prospecciones superficiales. Ello ha permitido, a pesar de las dificultades derivadas de las limitaciones de las prospecciones superficiales, obtener cierta información de tipo cronológico a partir de las formas y pastas cerámicas recuperadas en cada uno de los yacimientos. También se han utilizado datos cronológicos obtenidos a partir de analogías arquitectónicas. Este método resulta muy útil en yacimientos donde se constata la ausencia de cerámica ya que existe una clara adscripción cronológica de determinadas estructuras arquitectónicas dentro de la prehistoria balear que nos permite determinar su adscripción crono-cultural *grosso modo* con relativa seguridad. Finalmente, se ha considerado la ubicación espacial y su relación con el patrón de asentamiento, un aspecto bastante trabajado en la isla (Gili 1995; Aramburu 1998; Pons 1999; Salvá 2001; Calvo *et al.* 2005 y 2006; Albero 2006; Calvo 2009; Calvo *et al.* 2009) que ha permitido establecer diferentes patrones territoriales asociados a diferentes épocas.

A continuación se va a realizar una breve aproximación de los espacios asociados a la ocupación humana del área de *Santa Ponça*, haciendo especial hincapié en las zonas más intensamente pobladas y los recursos minerales con los que se asocia esta ocupación. Actualmente, y pese a los escasos yacimientos excavados de la zona, se puede dividir la ocupación prehistórica en tres grandes periodos: Edad del Bronce, Época Talayótica y Época Postalayótica (Fig. 5).

a) Edad del Bronce: Bronce Naviforme (1650-850 BC).

La primera ocupación de la zona se realiza en la Edad del Bronce cuando se observa la construcción de estructuras de hábitat ciclópeas aisladas, como el navetiforme *Alemany* (Ensenyat 1971; Guerrero 1982; Guerrero 1997: 91; Calvo *et al.* 2006) o bien formando conjuntos de varias unidades como el poblado de navetiformes de *Son Ferrer* (Calvo 2002; Calvo *et al.* 2006) y el de *Son Bugadelles* (Guerrero 1982: 61). Claramente asociadas con algunos de estos núcleos de hábitat, se documentan varias estaciones funerarias que constan de hipogeos excavados en la roca, localizados a escasa distancia de los asentamientos. Este es el caso del conjunto de tres hipogeos de *Son Ferrer/Can Vairet* (Guerrero 1982: 91; Calvo *et al.* 2006; Guerrero *et al.* 2007c), los desaparecidos en *Cala Salomó* (Mascaró Passarius 1967; Veny 1968; Guerrero 1982: 83) y la *Cova des Llenyaters* (Guerrero 1982: 87; Calvo *et al.* 2006).

En definitiva, aunque la superficie de territorio ocupado es físicamente muy reducida, se observa una antropización del espacio mediante fenómenos de visualización y ocultación de la arquitectura. Muy cerca de los lugares de hábitat, normalmente a menos de 1 km, se ubican las posibles necrópolis utilizadas por estas comunidades, localizadas claramente en el territorio adscrito a los poblados. En relación con el entorno, se ha podido comprobar qué, por regla general, la ubicación de las zonas de hábitat se produce muy cerca de cursos de agua y al pie de laderas de montaña o lomas que dan paso a zonas más o menos abiertas de alta productividad agrícola. Los navetiformes se localizan esencialmente en zonas de transición entre suelos de alta calidad agrícola y formaciones rocosas. De este modo, las poblaciones se sitúan en terrenos estériles pero a la vez cerca de terrenos fértiles y llanos que, probablemente, habrían supuesto zonas de explotación preferencial.

La visibilidad de los emplazamientos se centra precisamente en el control visual de estas zonas de captación de recursos compuestas por valles más o menos amplios. Al mismo tiempo, los yacimientos de hábitat debieron resultar claramente visibles desde estas zonas de explotación preferencial. Los asentamientos se sitúan explotando ecosistemas con recursos variados, de este modo cada unidad poblacional dispone de zonas llanas para el cultivo y el forrajeo y zonas de monte para el avituallamiento de recursos cinegéticos y forestales. Además, hay que sumar la presencia de recursos de albufera de donde se pueden extraer productos marinos con el fin de implementar una explotación variada. Finalmente, señalar que la visibilidad desde los asentamientos parece concentrarse más en el control directo de los recursos que explotan las comunidades que en especificar unos límites territoriales antrópicamente definidos. Parece ser que la delimitación del territorio se realiza preferentemente a través de límites naturales y geográficos.

b) Edad de Hierro I: Talayótico (900/800-550 BC).

En la primera Edad del Hierro se produce el abandono de la mayoría de estaciones ocupadas durante la Edad del Bronce y la fundación de nuevos asentamientos, se incrementa la densidad de yacimientos y se ocupan zonas que hasta entonces habían estado desocupadas. Si bien algunos de estos nuevos asentamientos, como el turriforme de *Son Ferrer* y *Puig de Sa Morisca*, mostraban una ocupación ya importante durante el Bronce Final. Ahora asistimos a la creación de yacimientos, muchos de ellos estratégicamente situados encima de las montañas del Lías, en zonas elevadas que delimitan los límites de la península: *Ses Rotes*, *Puig de Sa Morisca*, *Puig de Saragossa*, *Puig des Rei*, *Puig de Sa Celleta*, *Sa Barraca de l'Amo*, talayot de *Son Miralles* y turriforme de *Son Miralles* y *Puig des Rei* (Guerrero 1982; Vallespir *et al.* 1987; Calvo 2002; Calvo *et al.* 2005 y 2009).

Los esquemas de racionalidad del territorio abandonan la concepción abierta, característica de toda la Edad del Bronce, donde la *voluntad de visibilidad* se limitaba a zonas muy concretas del territorio, y donde la territorialidad resultaba poco perceptible en el conjunto del hinterland. En cambio, en época talayótica se adopta una concepción cerrada donde el área de captación de recursos está estrechamente demarcada mediante la creación de un entramado de yacimientos de tipologías concretas, esencialmente turriformes, plataformas escalonadas y talayots.

Además, estos yacimientos están ubicados estratégicamente por el territorio y su perímetro. Esta configuración de la ocupación diseminada por el hinterland favorece el control visual de todos los accesos a la vez que supone el soporte ideal para crear una serie de redes visuales que permiten ejercer un estrecho control sobre la adscripción y la explotación del espacio aumentando espectacularmente el sentido de la territorialidad (Calvo 2009). Como señalan Calvo *et al.* (2005: 496) “...la arquitectura, entendida como lenguaje, nos indica una clara voluntad por parte de la comunidad talayótica de hacerse visible en el territorio, de demostrar la fuerza y el poder de la comunidad, de establecer un dominio del espacio”.

c) Edad de Hierro II: Postalayótico (500-123/50 BC).

En la segunda Edad del Hierro se aprecia otro cambio sustancial en el ámbito espacial, si bien algunos asentamientos como el *Puig des Rei*, el turriforme escalonado de *Son Ferrer* y *Puig de Sa Morisca* continúan ocupándose, la amplia mayoría de yacimientos situados en la periferia y sobre colinas o montañas se abandonan. Al mismo tiempo se documenta, especialmente en el entorno más cercano a *Puig de Sa Morisca*, la proliferación de un alto número de yacimientos, intensificándose enormemente la ocupación en un área muy restringida del territorio. De este modo, se observan nuevos asentamientos como *Es Fornets*, *Ses Penyes Rotges*, *Santa Ponça 5*, *Santa Ponça 20*, *Santa Ponça 6* y *Turó de les Abelles* (Guerrero 1982; Vallespir *et al.* 1987; Camps y Vallespir 1998; Calvo 2002; Guerrero *et al.* 2002; Calvo *et al.* 2005 y 2009).

Se produce un cambio en el esquema de racionalidad espacial de la comunidad donde se produce el abandono del control del espacio por medio de las redes visuales y los hitos arquitectónicos simbólicos. El espacio, al igual que en época talayótica, se mantiene cerrado pero con un mayor grado de antropización evidenciada por la aparición de nuevos asentamientos en un área muy concreta del territorio. Sin embargo, no se hace necesario el establecimiento de controles de dominio visual, ni la simbolización arquitectónica del territorio. Ahora el dominio del espacio de la comunidad no se visualiza por medio de la arquitectura monumental de prestigio, sino por otros procesos socioeconómicos e ideológicos que no requieren el uso de la semantización arquitectónica y visual del territorio (Calvo 2009).



Figura 5. Ocupación del área de *Santa Ponça* por épocas: ● = Edad del Bronce, ● = Talayótico, ● = Postalayótico.

Una vez descrita la zona de estudio, sus características naturales, las posibilidades de obtener recursos bióticos y abióticos de la misma así como las distintas dinámicas de poblamiento que se han ido desarrollando pasamos a realizar un acercamiento más profundo de aquellos yacimientos de los que se han seleccionado materiales cerámicos para análisis. Este acercamiento supone abordar desde los rasgos arquitectónicos de los distintos ámbitos que conforman los asentamientos hasta las cronologías constatadas en los mismos así como las funciones que pudieron desempeñar los distintos espacios.

4.1.3. Turriforme escalonado de Son Ferrer (TSF).

El yacimiento arqueológico conocido como turriforme escalonado de *Son Ferrer* se encuentra en el término municipal de Calvià (Mallorca). Este asentamiento es uno de los yacimientos pertenecientes al Parque Arqueológico del *Puig de Sa Morisca*. Fue inventariado por V. Guerrero (1982: 153) y ha sido excavado entre el año 2000 y el 2005, actualmente está consolidado y musealizado (Calvo 2002; Quintana 1999 y 2000; Calvo *et al.* 2005, 2006 y 2010).

El asentamiento se halla emplazado en el centro de una zona que fue rica en recursos de tipo diverso. El control de esta zona corresponde, durante la Edad del Hierro, al hábitat fortificado del *Puig de Sa Morisca*, situado próximo a la bahía de *Santa Ponça*. Con la construcción primero de un hipogeo funerario y, posteriormente, del turriforme de *Son Ferrer* (Fig. 6), así como con la reutilización de la cueva artificial, se plasma el interés de la comunidad por delimitar de forma efectiva su área de captación de recursos. De esta forma, la ocupación desarrollada en este yacimiento durante diversos periodos está en conexión directa con el control y la vinculación del territorio por parte de unas comunidades con una zona de explotación simbólicamente bien definida (Calvo *et al.* 2005, 2006 y 2009).

El yacimiento ha tenido un prolongado uso, tanto en época prehistórica como en época histórica. Presenta, por tanto, diferentes fases y dinámicas de ocupación, que se relacionan con distintas unidades estratigráficas y ámbitos. De este asentamiento se han seleccionado un total de 53 muestras cerámicas (Tabla 4). A continuación, se describirá la secuencia crono-cultural de los ámbitos que nos atañen en esta investigación y que están directamente relacionados con las piezas seleccionadas y con los aspectos más relevantes, necesarios para realizar una adecuada interpretación de los datos.



Figura 6. Fotografía del turriforme de *Son Ferrer* y el acceso al hipogeo.

4.1.3.1. Fase Bronce Naviforme I (c. 1650-1400 BC).

La primera evidencia de ocupación del emplazamiento se relaciona con la existencia de una cueva artificial de enterramiento cuya tipología, muy similar a otras documentadas en Mallorca (Rosselló Bordoy *et al.* 1994; Plantalamor 1997: 341; Salvá *et al.* 2002; Calvo *et al.* 2006; García Rosselló *et al.* 2007), permite adscribirla dentro del Bronce Naviforme I. Ésta constituye una tipología típicamente asociada, desde el Bronce Antiguo y hasta el Bronce Medio (c. 2000-1400 BC), al patrón funerario propio de muchas comunidades navetiformes (Gómez y Rubinos 2005; Guerrero *et al.* 2007).

Por desgracia, la práctica ausencia de material arqueológico asociado a ésta impide conocer la secuencia estratigráfica de esta necrópolis. A esta primera fase pertenece una UE negativa, que se corresponde con el recorte realizado en la duna fósil efectuado para la construcción de la cueva, el turriforme se asienta sobre esta duna fósil. Al no existir apenas materiales asociados directamente a esta fase, no se ha analizado ninguna muestra cerámica de la unidad estratigráfica citada. Sin embargo, como se comentará posteriormente, parece ser que en la UE-62 se pudieron filtrar algunos materiales cerámicos de esta fase. Entre estas piezas, que tipológicamente deben asociarse a formas del Bronce, se observan cuerpos con perfil en “S”, formas tronco-ovoides y vasos troncocónicos. Este sería el caso de las piezas TSF-208, TSF-58 y TSF-59. Este material se ha considerado, por tanto, como perteneciente al Bronce Naviforme (Calvo *et al.* 2006; Guerrero *et al.* 2007c).

El hipogeo documentado en Son Ferrer (Fig. 7) se adscribe al Tipo III de la propuesta tipológica de C. Veny (1968). Fue descubierto durante la campaña de excavaciones de 2003 bajo la vertiente este del complejo del túmulo, aunque originariamente estaba exento. Calvo *et al.* (2006: 63) han descrito los rasgos constructivos de la cueva. El acceso se realiza a partir de un corredor con entrada horizontal de 2.1 m de longitud por 0.75 m de anchura, con orientación este-oeste, perpendicular a la entrada de la cueva, rasgo poco usual en este tipo de hipogeos. El corredor aparece apenas sin excavar en la roca y avanza con leve pendiente hasta la entrada. El portal de acceso es perpendicular al corredor. Sobre el portal se documenta un muro de bloques rectangulares trabajados, que conforman un acondicionamiento de la fachada de la cueva. El hecho de que este tipo de tratamiento no tenga paralelismos en otros hipogeos de la isla ha hecho plantear la hipótesis de que éste sea posterior al Bronce Antiguo (Naviforme I). El umbral, labrado en la roca, tiene tendencia semicircular, de 0.88 m de alto por 0.86 m de ancho, y da acceso al primero de los tres ámbitos que conforman la cueva.

La cámara funeraria aparece compuesta por tres ámbitos. El primer ámbito presenta planta de tendencia rectangular irregular, de 1.05 m de ancho por 2.05 m de largo. Presenta una trinchera excavada en el suelo, sobre la roca madre, que conecta con el corredor de acceso. La cámara principal presenta planta alargada con bóveda ojival excavada en la roca arenisca, de 7.15 m de longitud, 2.25 m de anchura y 1.85 m de altura. El eje principal está desviado al oeste con respecto al corredor de entrada. Aparece separada del primer ámbito por un arco semicircular de 1.35 m de ancho por 0.9 m de alto. Esta cámara presenta varios componentes, en primer lugar, un trinchera o fosa de 3.5 m de largo, 0.85 m de ancho y con una profundidad de 0.7 m. A ambos extremos se documentan varios escalones realizados para salvar el desnivel producido por la fosa y favorecer el tránsito entre los ámbitos. Alrededor de ésta, se documentan dos bancos corridos excavados en la arenisca, adosados a las dos paredes de la cueva, de 0.5 m de alto por 0.7 m de ancho. Tienen una superficie horizontal dividida en secciones ligeramente cóncavas, delimitadas por una serie de brazos excavados en la roca desde la pared, que dividen los bancos en seis espacios. Estos bancos finalizan hacia la mitad de la cámara, donde se extiende una plataforma horizontal de 2.6 m de longitud por 2.2 m de anchura, que llega hasta el final de la cueva, rematada por un cubículo absidial que conforma el último y tercer ámbito de 1.6 m por 1.6 m, al que se accede gracias a un arco de tendencia cuadrangular excavado en la roca.



Figura 7. Fotografía de la cueva de enterramiento de *Son Ferrer*.

4.1.3.2. Fase Bronce Final (c. 1100–850 BC).

Las dataciones obtenidas¹¹ en los diferentes rellenos estructurales del turriforme escalonado de *Son Ferrer* hacen pensar que en un periodo comprendido entre el 1100 y 850 BC se edificó algún tipo de estructura que ha quedado totalmente amortizada e inserta dentro del posterior conjunto talayótico. De esta fase, se conservan, en la vertiente sur del turriforme escalonado, apoyándose sobre los elementos estructurales y de relleno, una serie de estructuras murarias que delimitan una zona no alterada de esta fase de ocupación del yacimiento. Este espacio, denominado *Ámbito 1*, se relaciona con varias unidades estratigráficas: una UE negativa correspondiente al recorte realizado en la estructura del turriforme para la construcción del ámbito y una serie de estratos sedimentarios que rellenaban el ámbito (UE 17 y UE 39), finalmente, se documenta una estructura muraria que delimita el espacio ritual.

¹¹ KIA-30648 (1120-910 BC); KIA-25585 (1080-910 BC); KIA-30652 (1040-840 BC), todas las muestras con una probabilidad del 95.4% y procedentes de la UE-17.

En función de las dataciones obtenidas (Fig. 8 y Cuadro 4) y su contrastación con los materiales cerámicos documentados en el ámbito, podemos plantear que el uso de este espacio debió iniciarse durante el Bronce Final y no fue sellado hasta el final de época talayótica, momento al que deben asociarse la mayor parte de las cerámicas analizadas.

Los tipos constatados en esta unidad se caracterizan por presentar un punto de unión cuello-cuerpo marcado que recuerda a las piezas del talayótico. A su vez, algunas piezas se caracterizan por llevar, a modo de decoración mamelones cilíndricos. Este tipo de decoración no está presente en las vasijas utilizadas entre los siglos IV-I BC y es característica del periodo anterior al siglo V BC. Todo indica, que se trata de un espacio que tuvo un largo periodo de uso, donde podemos señalar, en función de los análisis polínicos, espaciales, faunísticos y cerámicos, que se trataría de un área con una alta significación simbólica donde se habrían desarrollado actividades rituales vinculadas, probablemente, al consumo de efedrina (Picornell *et al.* 2009a). Esta función parece relacionarse con las actividades desarrolladas en otros turriformes escalonados, como el de *Son Oms*, donde se señaló que el emplazamiento pudo servir como lugar de culto (Rosselló Bordoy y Guerrero 1983; Guerrero 1984). De esta fase Bronce Final/Talayótico se han analizado un total de siete muestras pertenecientes a la UE-17.

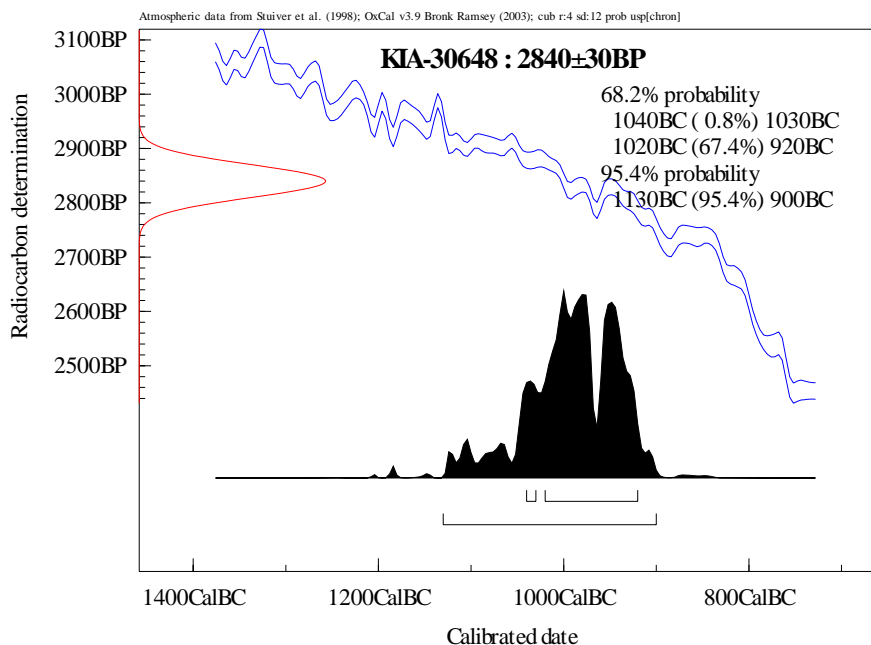


Figura 8. Datación C14 correspondiente a la UE-17 del turriforme de *Son Ferrer*.

4.1.3.3. Fase talayótica (c. 900-500 BC).

Los datos¹² obtenidos durante la excavación permiten situar el momento de construcción del turriforme escalonado entre el 900 y 800 BC, cuando todavía está en uso el ámbito ritual 1. A nivel arquitectónico, se constata un gran esfuerzo por construir una estructura que tiene un uso simbólico y ritual, lo que parece estar relacionado con dinámicas de cohesión social a través de la arquitectura (Calvo *et al.* 2005 y 2006).

Se trata de una estructura arquitectónica ciclópea y compacta formada por bloques de arenisca que se apoyan sobre la roca madre, conformando el esqueleto estructural sobre el que se sustenta todo el conjunto arquitectónico. La estructura se organiza a partir de diferentes muros con rellenos estructurales entre ellos que le otorgan un aspecto macizo, sólido y de tendencia escalonada (Fig. 9b). El material de relleno está compuesto por fragmentos de bloques de arenisca y tierra que llegan hasta la roca madre, confiriendo al monumento de una gran consistencia. A los pies del turriforme y cruzando la actual carretera se observa una duna fósil de arenisca con abundante vegetación que muestra signos inequívocos de la extracción de este material, tal vez la piedra utilizada en la construcción del yacimiento puede estar relacionada con estos puntos de extracción de materia prima. El diámetro medio de la estructura es de 22.3 m y su altura supera los 2 m. El escalonamiento se desarrolla a partir de la construcción de tres anillos concéntricos y una plataforma superior de planta cuadrada de 5.8 x 5.6 m donde, en uno de los laterales, se localiza una rampa escalonada que permite el acceso a la parte superior del conjunto (Fig. 9a).

Con la construcción del turriforme de *Son Ferrer*, se plasma el interés de esta comunidad por delimitar de forma efectiva su área de captación de recursos. De esta forma, los rituales que se llevaron a cabo allí desde el Bronce Final están en conexión directa con el control y la vinculación del territorio por parte de una comunidad con una zona de explotación simbólicamente bien definida. La configuración del yacimiento permite, desde la zona superior, divisar los amplios terrenos llanos que se extienden entre la zona de *Cala Figuera*, Magalluf y *Son Ferrer* hasta casi el *Coll de Sa Batalla*. Desde aquí, también se pudo divisar la costa y el mar.

¹² KIA-25200 c. 1020-890 BC (94.4%), KIA-25199 c. 980-830 BC (95.4%) ambas del relleno estructural asociado a la UE-77. KIA-25205 c. 920-800 BC (95.4%) y KIA-25210 c. 770BC (95.4%) 500BC, ambas del nivel de relleno UE-41. KIA-25202 c. 1130BC (95.4%) 920BC (UE-67). KIA-25207 c. 920BC (95.4%) 800BC (UE-57). KIA-25225 c. 790BC (95.4%) 530BC, relleno estructural de la parte central del túmulo (UE-27).

Este yacimiento aparece claramente integrado en las redes visuales que configuran los distintos yacimientos y que tienen la finalidad de definir el territorio durante la época Talayótica. Entre los yacimientos talayóticos con los que conecta visualmente hay que señalar el *Puig de Sa Morisca*, *Barraca de l'Amo*, *Puig de Saragossa*, *Puig de Sa Celleta*, talayot de *Son Miralles*, turriforme de *Son Miralles* y *Ses Rotes* (Calvo *et al.* 2005 y 2009; Calvo 2009).

Este tipo de estructuras talayóticas son comunes en la prehistoria balear, aunque tan sólo hay excavado un yacimiento en toda la isla con las mismas características tipológicas (Rosselló Bordoy 1963 y 1965; Rosselló y Camps 1973). De este modo, contamos con escasa información para contrastar los hallazgos realizados y debemos basarnos en criterios de ausencia para aproximarnos al uso del turriforme en época talayótica. La mayoría de autores vinculan este tipo de monumentos con actividades religiosas o rituales (Guerrero 1994; Coll 1997; Aramburu 1998; Guerrero 1999). De este modo, se observa en el *Ámbito Ritual 1* de este yacimiento, descrito anteriormente, la presencia de un conjunto cerámico bien articulado entre sí en términos funcionales donde se aprecian algunas cerámicas, como las copas crestadas, que, supuestamente, tendrían un alto carácter simbólico. Por otro lado, hay que destacar que la práctica ausencia de materiales típicos de actividades domésticas, como fauna u otros desechos, evidencia que no se trata de una estructura de habitación.

Las actividades desarrolladas en el asentamiento podrían ir, por tanto, vinculadas a la realización de rituales, donde participarían individuos de la comunidad, realizados en la zona superior del turriforme con el ajuar cerámico comentado. Los análisis polínicos realizados en el sedimento recogido del ámbito, evidencian una alta cantidad de *Ephedra Fragilis* una planta opiácea muy común en el entorno que, convenientemente preparada, tendría efectos narcóticos (Guerrero *et al.* 2007). Esta interpretación coincide con la que ya se ha planteado para el turriforme escalonado de *Son Oms*, que parece haber sido utilizado como lugar de culto (Rosselló Bordoy 1963 y 1965; Rosselló y Camps 1973).



Figura 9. A) Rampa de acceso a la parte superior del turriforme escalonado de *Son Ferrer*, B) vista general del turriforme.

4.1.3.4. Fase Postalayótica (c. 500–75 BC).

En esta fase, únicamente se expondrán los cambios acaecidos en el yacimiento que están directamente relacionados con las unidades estratigráficas vinculadas a las muestras analizadas. De esta forma, no se hará mención a los Ámbitos Funerarios 2 y 3, ni tampoco al Ámbito No Funerario 2. Posteriormente, el yacimiento se ocupa durante época moderna, tampoco se hará referencia a esta fase.

Aproximadamente hacia el siglo V BC el turriforme escalonado pierde su función original y pasa a convertirse en una necrópolis de modo que es el único asentamiento funerario de esta época que se documenta en la zona de *Santa Ponça*. Durante esta fase funeraria, se han constatado una serie de modificaciones en la estructura del turriforme para acondicionar los diferentes espacios a la nueva funcionalidad.

a) Ámbito Funerario 1.

Este ámbito lo conforma la cueva artificial del Bronce Naviforme que se reutiliza para realizar inhumaciones, así como toda la zona de acceso a la misma (Fig 10a). La totalidad de los fragmentos de estas unidades estratigráficas fueron coordinados espacialmente permitiendo, por tanto, conocer la dispersión de las piezas micro-espacialmente (Fig. 10b y c). Este método de registro ha sido de especial importancia, por un lado, para establecer micro-secuencias relacionadas con el momento de deposición de los materiales dentro de la cueva, permitiendo establecer diferentes fases a pesar que las piezas estaban muy fragmentadas o removidas en el estrato.

Introducción al área de estudio y periodización

Por otro lado, este sistema se realiza con la finalidad de extraer el máximo de información de los materiales y poder relacionarlos con otros tipos de análisis como los micro-espaciales. A pesar del estado fragmentario de las piezas de estas unidades, la reconstrucción de las cerámicas constituye una herramienta muy útil para conocer las zonas de máxima concentración de fragmentos pertenecientes a una misma pieza. De este periodo se han analizado un total de 41 cerámicas que se corresponden con las unidades estratigráficas 9, 62 y 101 (Fig. 10b). De la UE-9 se han analizado un total de 21 piezas, siete de la UE-101 y, finalmente, 16 fragmentos de la UE-62, aunque tres de ellos, como se ha comentado, estarían adscritos al Bronce Naviforme. En esta zona se han distinguido dos fases de ocupación:

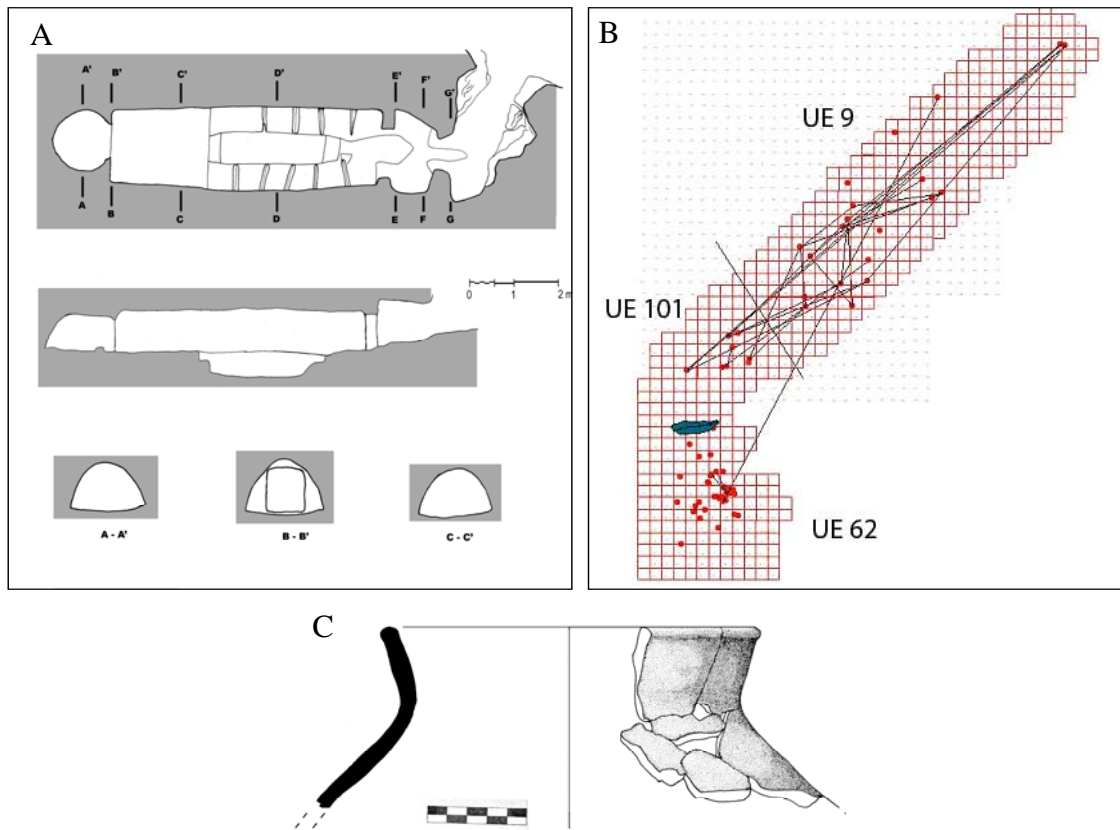


Figura 10. a) Planimetría de la cueva. b) Plano de la rampa de acceso (UE 62), pozo (UE 101) y cueva (UE 9). En puntos: Dispersión de los fragmentos de la pieza TSF-467, los que están unidos con una línea son los que han pegado entre sí. C) Dibujo de la pieza TSF-467 cuya dispersión de los fragmentos aparece representada en el plano anterior.

a) UE-9: La primera fase (c. 400-200 BC, Fig. 11) de la UE-9 se caracteriza por la reutilización funeraria de la cueva Naviforme, localizándose inhumaciones, tanto de individuos adultos como infantiles, siendo éstos últimos mayoritarios. El estudio antropológico (Alesan y Malgosa 2005; Alesan inédito) de los restos humanos de la cueva contabilizó un número mínimo de 60 individuos y un número probable de 101, de los que el 48,51% son fetos y perinatales. Todo el material, apareció en posición secundaria y con remociones importantes, no se llevó a cabo ningún tipo de selección del material en función del tipo de hueso, edad o sexo. Inhumaciones de este tipo han sido documentadas en otros yacimientos, utilizados como necrópolis durante el postalayótico como *Cas Santamarier*, *Son Boronat* o *Marina Gran* (Rosselló 1963; Guerrero 1979; Rosselló y Guerrero 1983; Garcíaas y Gloaguen 2004).

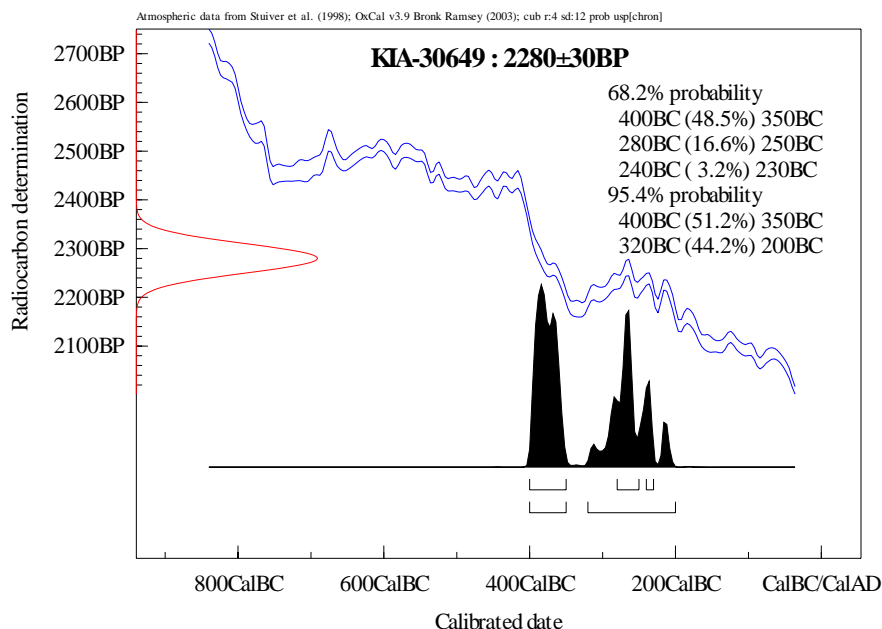


Figura 11. Datación C14 correspondiente a la UE-9 del turriforme de *Son Ferrer*.

b) La segunda fase (200-50 BC) la componen el corredor de acceso (UE-62) a la cueva, el pozo de entrada a la cueva (UE-101), y la boca de la cueva (UE 9, Fase III y IV) cuyos materiales se ubican cronológicamente entre el 200 y el 50 BC. Por un lado, sellando la entrada de la cueva, se localizó una zona donde las inhumaciones (I6 y especialmente I5) parecían estar en posición primaria y asociadas a un momento más tardío de la UE-9 (Fases III y IV). En este sentido, los últimos enterramientos efectuados en la boca de la cueva parecen realizarse entre el 200-50 BC.

Al mismo tiempo se constata la utilización, desde 175 BC, del pozo de acceso a la cueva para realizar inhumaciones. En este segundo ámbito se hallaron diferentes enterramientos de perinatales depositados en contenedores funerarios de arenisca, ánforas y cerámica talayótica (UE-101). Finalmente, observamos una gran acumulación de cerámicas que se ha asociado a algún tipo de ritual similar a un ágape funerario (UE-62) realizado en el corredor de acceso que da paso al pozo y a la boca de la cueva. La excavación permitió documentar que el corredor de acceso y el pozo de la cueva estaban bien delimitados mediante un gran bloque de arenisca dispuesto de forma transversal.

2.- Ámbito no funerario 2:

El segundo ámbito no funerario se localiza en los sectores 10, 11 y 12. Esta zona está muy arrasada por construcciones modernas, lo que dificulta su interpretación. La estructura muraria delimita el ámbito hacia el norte, al igual que un muro muy arrasado que podría haber dividido el ámbito en algún momento impreciso. Los niveles de ocupación del Ámbito no funerario 2 están formados por las unidades estratigráficas sedimentarias UE-44 y UE-103. De la UE-44 se han analizado dos muestras encuadradas cronológicamente entre el 200-75 BC.



Figura 12. Planta del turriforme de *Son Ferrer* y algunos de los ámbitos estudiados.

4.1.4. Turó de les Abelles (TSB).

El yacimiento conocido como *Turó de les Abelles* se ubica en la zona de *Santa Ponça*, en una pequeña elevación ubicada en la zona situada más al este de la bahía y a 900 m de distancia de la actual línea de playa. Esta colina erosionada, compuesta principalmente por margas del Paleógeno (ITGE 1991) se sitúa a los pies de las formaciones rocosas donde se ubica el *Puig de Sa Morisca*. Se trata de una colina con un área próxima a los 6000 m², muy plana y de perfil irregular.

Esta estación arqueológica está formada por varias estructuras que se asientan sobre un lecho arcilloso muy frágil que provoca la erosión y el desprendimiento del contorno de la colina. Estas características del suelo han propiciado el desmantelamiento y la desaparición parcial o total de varias estructuras, aspecto que se confirmó tras las excavaciones de varios sectores. Esta degradación de las estructuras ha terminado por alterar la configuración original del asentamiento (Camps y Vallespir 1998: 26).

Este yacimiento se habría situado en los límites de la antigua albufera que se hallaba en la zona plana y costera de *Santa Ponça*. Este argumento ha sido considerado muy relevante por los arqueólogos que excavaron el yacimiento puesto que permite contemplar la posibilidad de acceder al emplazamiento desde el mar a partir de embarcaciones de poco calado (Camps y Vallespir 1998: 18, 35).

4.1.4.1. Descripción del yacimiento.

El yacimiento fue excavado por J. Camps y A. Vallespir a principios de la década de los 70. Tras la excavación y estudio de los hallazgos se concluyó que se trataba de un asentamiento postalayótico especializado en funciones productivas y redistributivas; presumiblemente, fundado por individuos procedentes del núcleo poblacional asentado en *Puig de Sa Morisca*. Después de más de 30 años sólo tenemos algunas noticias parciales de los resultados de dichos trabajos (Camps y Vallespir 1971, 1974, 1976, 1985 y 1998; Vallespir *et al.* 1987). Aunque las excavaciones son antiguas, la metodología de excavación empleada fue ejemplar, utilizando cuadrículas y situando los materiales en las mismas, a diferencia de lo que suele ocurrir con otras actuaciones realizadas en la isla en el mismo periodo.

Gracias a ello, disponemos en la actualidad de valiosa información contextual relacionada con la disposición espacial dentro de las estructuras de la amplia mayoría de artefactos, especialmente los que presentaron mejor grado de conservación. En el transcurso de la excavación se dividió el yacimiento en 20 sectores relacionados con distintos ámbitos (Fig. 13). Actualmente, sólo se ha publicado una memoria que hace referencia al patrón arquitectónico, a la secuencia estratigráfica y a los materiales inventariados de los nueve primeros sectores (Camps y Vallespir 1998). En este sentido, es inminente la publicación de una nueva memoria de excavación donde se encuentre la información referida al resto de sectores excavados (Vallespir c. p.).

La mayor concentración de estructuras se efectúa en la parte oriental del promontorio. Los arqueólogos responsables de la excavación determinaron que las estructuras halladas se organizaban en torno a tres grandes espacios o recintos, interpretados como patios. Las estructuras son de planta irregular con tendencia absidial y están construidas a partir de piedras de tamaño mediano y pequeño, aunque, en determinados puntos, se detecta la presencia de piedras de gran tamaño.

Parece ser, que la cubierta habría consistido en elementos perecederos, esencialmente materias vegetales, impermeabilizadas con barro. Los techos se apoyaban sobre troncos descansados sobre bases de piedra calcárea o directamente encastados sobre la parte superior de los muros. Las características arquitectónicas comentadas evidencian cierta debilidad estructural, especialmente si éstas se comparan con las técnicas constructivas características de la Edad del Bronce y de época Talayótica. Por otro lado, parece ser que la presencia de grandes bloques podría relacionarse con restos de estructuras más antiguas, tal vez Talayóticas o del Bronce Naviforme, que fueron desmanteladas y amortizadas en la construcción de las nuevas habitaciones. Ello podría deducirse de la tendencia absidial que sigue una de las estructuras, actualmente desaparecida, situada muy cerca del asentamiento (Camps y Vallespir 1998: 28).

La estratigrafía del yacimiento se puede dividir en tres grandes niveles (Camps y Vallespir 1998: 48). Las cerámicas analizadas se hallaron en los niveles I y II, donde se hallaron las vasijas mejor conservadas. También se observaron remodelaciones del suelo donde éste era rocoso e irregular y se efectuaron obras de nivelación a partir de la arcilla que ocupa la mayor parte de la colina que fue utilizada a modo de pavimentación. Este tipo de remodelación se ha constatado, por ejemplo, en el Sector 1 (nivel III) (Camps y Vallespir 1998: 30).

Así mismo, se documentó una capa de tierra ennegrecida por una intensa contaminación orgánica (Nivel II), en ocasiones, entremezclada con el nivel III. Este segundo estrato está presente en todos los sectores, incluso dentro de estructuras más aisladas que se relacionan con varios sectores estudiados como el Sector 3, 4 y 7. Finalmente, se sitúa un último nivel compuesto por tierra vegetal de entre 0.42 a 0.56 m de potencia (Nivel I). En este nivel, junto con las capas superficiales de los niveles entremezclados (Nivel III/I), es donde se hallaron los materiales asociados con el nivel de abandono del asentamiento. De todas formas, se observaron restos en todos los niveles, incluso las cerámicas a torno del Nivel III se presentaron abundantes y en buen estado de conservación.

4.1.4.2. Estructuras relacionadas con materiales seleccionados (Fig. 13 y Tabla 3).

a) Patio (Sector 1): Se asocia con un espacio de trabajo y de tránsito de carácter comunitario de 70 m², está parcialmente porticado y se documentó abundante material cerámico a torno y a mano. De este sector se han analizado un total de siete cerámicas y un fragmento de arcilla ligado al barro que impermeabilizaba la cubierta del patio.

b) Habitación 4 (Sector 2): Este sector se relaciona con el último momento de ocupación del Sector 1. Arquitectónicamente, se trata de una estructura de 17 m², planta absidial, escasa envergadura y con tramos de muro de paramento simple que constituye una simple segregación del patio. Esta estructura se apoyaría en otros muros más sólidos procedentes de otras habitaciones. En este sector se documentó, estratigráficamente, una pequeña capa de humus de 40 cm de potencia máxima, el suelo de roca era muy plano por lo que no se identificó el Nivel III. Uno de los hallazgos singulares de este ámbito consiste en una pica que ha sido tomada en consideración en este trabajo. Finalmente, se documentó un molino de vaivén. De este sector han podido analizarse tan solo tres piezas cerámicas.

c) Habitación 1 (Sector 4): Se trata de una estructura de planta absidial de 12 m² que limita por el norte con el patio, en la zona oeste con el pasillo (Sector 7) y está adosada a la habitación 2 por el sur. Parece ser, que la estancia tuvo dos accesos, uno principal orientado hacia el Sector 1 y otro hacia al Sector 3. En la zona del ábside, la más próxima al Sector 6, se localizó una capa de arcilla compactada de la que se desconoce su función. Finalmente, se documentó la presencia de un adobe (TSB-4/66) que ha sido seleccionado así como 14 pesas de telar de tamaño y peso uniformes de las que se pudo obtener una única muestra para análisis (TSB-4/43). Las pesas se hallaron colocadas sobre una superficie plana de losas de arenisca sobre un lecho de arcilla de 30 cm de altura. La secuencia estratigráfica de esta estructura se caracteriza por presentar una extensión del Nivel II observado en el sector 1 en una cuarta parte de la planta. Finalmente, en esta habitación se han documentado evidencias del procesamiento y el fundido de plomo. No se ha podido analizar ninguna cerámica de este sector.

d) Exteriores de la Habitación 2 (Sector 5): Se trata de un sector de 50 m² que envuelve en su mayor parte a la habitación 2 y estaría cubierto por una capa arcillosa irregular, resultando muy pobre en hallazgos. Una de las dos vasijas analizadas (TSB-5/19) se localizó en la cuadrícula VI-J sobre este lecho de arcilla. Esta cerámica fue considerada por los investigadores como una imitación de un ánfora clásica. Al contrario de lo que ocurre en los otros sectores, en este sector y en los exteriores de la habitación 1 se pudo documentar, según los excavadores, una actividad doméstica temporal en función de la presencia de un hogar, cerámica común y fauna marina.

e) Habitación 2 (Sector 6): Es una estructura ovoide de 14 m². Está delimitada en su mayor parte con el Sector 5, aunque en la zona oeste limita con el pasillo o Sector 7. En la excavación de esta habitación se documentaron abundantes restos cerámicos donde destacan más de una quincena de ánforas romano-republicanas y púnicas, algunas de ellas alineadas. También, se localizó un molino de mano cónico de rotación confeccionado con arenisca, mientras el resto de habitaciones sólo presentan molinos de vaivén. La presencia de este molino y un alto número de contenedores fue sostenida por los investigadores para justificar la existencia de actividades manufactureras relacionadas con el almacenamiento y el procesamiento de grano.

Al igual que en la habitación 1 no se documenta la presencia de estructuras de hogar ni restos de alimentos, lo que permite pensar que tendría funciones más relacionadas con el almacenamiento y el procesado que con actividades domésticas. Es interesante resaltar que, a nivel micro-espacial, se distingue claramente una asociación entre varias ánforas, especialmente de origen romano, y vasijas realizadas a mano de variado tamaño que se situaban a sus pies. Para los análisis realizados en este sector se seleccionaron 10 cerámicas realizadas a mano.

f) Pasillo (Sector 7): Este espacio se relaciona con un ámbito que se sitúa entre las habitaciones 1 y 2 y el resto del conjunto. Por sus características, parece constituir el principal acceso, de 12 m de longitud y entre 1 y 4.5 m de ancho, a las construcciones y al Sector 1, donde se situaría una puerta que permitiría el paso al resto de sectores. A diferencia del resto de estructuras que se muestran adosadas las unas a las otras, estas dos habitaciones aparecen segregadas del conjunto del yacimiento mediante este pasillo. El corredor muestra remodelaciones en varios de sus tramos. La estratigrafía se compone, en gran parte de su trazado, por una pavimentación de arcilla compacta (Nivel III), seguida de una capa de color oscuro muy orgánica (Nivel II) y, finalmente, de una tercera capa muy fina de 15 cm de arcilla marrón o otra de 40 cm de potencia de tierra vegetal con piedras, pedazos de barro y tova (Nivel I). Para acabar, señalar que junto a uno de los muros se documentó una capa de arcilla estéril que pudo haber funcionado como recubrimiento del propio muro. La interpretación de este espacio se relacionó con una significación votiva del ámbito (Camps y Vallespir 1998: 169-182), principalmente, por la colocación de la pieza TSB-7/159, seleccionada en este trabajo, que apareció encastada en el Nivel II del segundo tramo del pasillo con el borde a ras de suelo cubierto por pequeñas losas de arenisca y piedras calcáreas. También se documentaron otros hallazgos singulares, como concentraciones de tambores de columna, el enterramiento intencionado de un ánfora y una pieza de arcilla poco cocida con dos puntas cuya pasta presenta las mismas características que las pesas del Sector 4. De este sector se han seleccionado cuatro cerámicas.

g) Exteriores de la habitación 3 (Sector 8): Se trata de un ámbito ubicado entre las habitaciones 3 y 4 que se ha visto muy afectado por la erosión del suelo arcilloso a causa de agentes hídricos y de desprendimientos. Al igual que en el Sector 1, se documentó una nivelación del suelo realizada con arcilla clara (Nivel III). Sin embargo, todas las muestras analizadas provienen del Nivel I, una capa de tierra de potencia variable que proporcionó, en la zona en contacto con el nivel inferior, la mayor parte de materiales. Hay que destacar la presencia de dos molinos de vaivén, una pica de arenisca y una pesa de telar que ha sido seleccionada para análisis (TSB-8/33). Finalmente, se documentó un mortero calcáreo con trazas de haber triturado minerales de hierro, tal vez para confeccionar pigmentos. Parece ser, que existió una clara vinculación de este ámbito como una segregación del Sector 1 (Camps y Vallespir 1998: 211-212). De este sector se han analizado tres cerámicas, dos ecofactos de arcilla y la pesa de telar ya citada.

h) Habitación 3 (Sector 9): Se trata de una estructura con una planta de tendencia ovalada de unos 46 m², excavada parcialmente en la roca y ubicada en la franja periférica del yacimiento en una zona con un gran desnivel donde, nuevamente, se localizó el relleno de las irregularidades del terreno mediante arcilla clara (Nivel IV). Dentro de la habitación aparecen tres pequeños ámbitos segregados a partir de muretes de losas de arenisca que se sitúan en el lado opuesto al portal de acceso. Uno de ellos, situado más al norte y de donde procede la pieza TSB-9/84, fue interpretado, por la gran cantidad de cerámica a mano que apareció, como un pequeño almacén de cerámica. En el segundo ámbito se documentó el vaso TSB-9/80. La estratigrafía de esta habitación es análoga a la documentada en el Sector 1. Es decir, tras los rellenos del Nivel IV, se documenta una capa orgánica ennegrecida (Nivel III) que cubre toda la habitación. Tras este nivel se documenta un estrato de abandono (Nivel II), en el que se sitúan todas las muestras analizadas y que no aparece alterado por las remociones efectuadas en épocas históricas por los campesinos (Nivel I). La mayoría de los materiales del Nivel II se mostraron alineados sobre el eje transversal de la habitación y frente a la puerta que da al patio, donde la densidad de los hallazgos fue muy alta. En el ángulo este se documentó una masa de arcilla estéril y, muy cerca de la misma, se constató la presencia de un adobe y restos arcillosos del mismo material sin cocer. También se constató la presencia de dos molinos de vaivén encastados en la capa arcillosa.

Toda esta zona se interpretó como un área de modelado de artefactos arcillosos donde los molinos se habrían usado para machacar la arcilla. Por otro lado, se planteó la fabricación de cerámica a partir de estructuras de combustión muy simples y por lo tanto, prácticamente desaparecidas, así como la aplicación de capas de cenizas para corregir la escasa impermeabilidad de las piezas. Finalmente, hay que señalar una concentración de cerámica en el área oeste de la habitación (Cuadros XIII/15 y 16), de la que se han analizado un vaso crestado (TSB-9/91) y un vaso (TSB-9/91). En esta zona destaca, además de la cerámica a mano, un olpe ebusitano depositado en un bol o cuenco de plomo. Hay que señalar, en esta habitación, la ausencia de ánforas romanas y de cerámica campaniana (Camps y Vallespir 1998: 223-235). De este sector se han analizado un total de siete cerámicas.

i) Sector 17. Este sector se localiza en la vertiente suroeste del yacimiento limitando con los sectores 16 y 20. Los hallazgos y su estratigrafía no han sido publicados en la actualidad por lo que disponemos de escasa información para aproximarnos a las características de los materiales de este sector del que se han seleccionado tres cerámicas.

4.1.4.3. Materiales.

Todos los sectores excavados y publicados proporcionaron cantidades más o menos abundantes de cerámica indígena y cerámica a torno (Fig 14a y b). Este último tipo de cerámica ha sido estudiada en mayor profundidad que las cerámicas indígenas sobre todo, por su utilidad como método para datar los estratos del yacimiento a partir de paralelos tipológicos. Los materiales cerámicos, muy abundantes, son esencialmente fragmentos de ánforas púnicas y romano-republicanas, así como cerámica a mano, que aparecieron por toda la superficie de la colina. No se identifican restos de cerámica de época imperial o islámica aunque si se hallaron restos de cerámica vidriada melada claramente asociada a registros posteriores al siglo XVIII. Estas evidencias confirman que la única reocupación ocasional del asentamiento se realizó en época moderna o contemporánea por parte de individuos que roturaban los bosques. Estas roturaciones cesaron aproximadamente a mediados de siglo XX, momento en el que creció en la colina un pequeño bosque de pinos (Camps y Vallespir 1998: 32-34).

Como ya se ha señalado, entre los materiales hallados destaca una gran cantidad de ánforas púnicas, ebusitanas y greco-italicas que, presumiblemente, contenían vino. Parece ser, según los arqueólogos, que los grandes contenedores fueron reutilizados para almacenar grano. Resulta interesante observar la presencia de ánforas seccionadas y con los cuellos cortados, tal vez utilizadas como unidades de medida. De forma más testimonial, se constata cerámica fina, cerámica ibérica (*Kalathos*), cerámica megárica, cerámica gris y campaniana A y B (Camps y Vallespir 1998: 35).

Entre los materiales que se han considerado en los estudios de pastas realizados hasta el momento en el yacimiento se documentan una serie de cerámicas realizadas a torno o torneta y decoradas con pintura roja. Se han efectuado varios análisis, tanto químicos (FRX) como mineralógicos (DRX), sobre estas cerámicas que permiten apuntar hacia una procedencia ibicenca de estos tipos. Éstos constituyen los únicos datos arqueométricos publicados sobre cerámicas de este yacimiento (Camps y Vallespir 1998: 44-46; Buxeda y Cau 1998).

Entre los materiales arcillosos no cerámicos hay que destacar una serie de picas de barro, en algunos casos éstas aparecen protegidas por losas de arenisca y cubiertas por una intensa capa de tierra de color oscuro, hecho que se relacionó con la presencia de abundante materia orgánica en el sedimento. Entre los materiales metálicos hallados hay que destacar una moneda, dos hachas dobles, varios clavos, así como un anillo de bronce y una punta y clavos de hierro, finalmente una aguja de bronce (Camps y Vallespir 1998: 35, 105). También se constata la presencia marginal de materiales de pasta vítrea y, haciendo referencia al material macro-lítico, ya se ha señalado la presencia de molinos de vaivén y molinos de rotación.

Los investigadores han evaluado las características arquitectónicas y la abundante cantidad de materiales de importación, esencialmente púnicos, así como la ubicación estratégica del yacimiento cerca del mar y de una zona de albufera. Teniendo en cuenta estos rasgos, interpretan el yacimiento como un asentamiento de factura indígena que habría actuado como receptor de productos foráneos dentro del sistema de tránsito comercial de la época en que se sitúan las dos últimas Guerras Púnicas y la conquista romana de la isla (Camps y Vallespir 1998: 30, 34).

En función de los hallazgos realizados, los investigadores apuntan hacia una serie de actividades que, probablemente, se realizaron en el yacimiento. La presencia de fauna marina se ha relacionado con actividades pesqueras de escasa envergadura, mientras que la presencia de molinos de mano de vaivén y uno rotatorio se relaciona con la transformación de productos agrícolas. Por otro lado, la presencia de pesas de telar y otras estructuras, como picas o un horno, deben relacionarse con actividades de manufacturación. Tampoco están ausentes actividades metalúrgicas, especialmente las relacionadas con el fundido de chatarra de plomo. Finalmente, se señala, de manera tímida, hacia la posible producción de cerámica indígena (Camps y Vallespir 1998:34-36).

Por otro lado, los investigadores consideraron la práctica ausencia de hogares y de restos de fauna u otros alimentos para señalar qué, al menos en la habitación 1 y 2, no se habrían desarrollado actividades ligadas al ámbito doméstico. Los datos indican que estos lugares deben considerarse como espacios de trabajo y zonas de almacenaje para guardar las herramientas relacionadas con el procesado de productos y las materias primas. Parece ser, que en el sector 12, no publicado, se hallaron abundantes adobes, tanto crudos como cocidos dentro de un horno doméstico (Camps y Vallespir 1998: 179).

4.1.4.4. Cronología del asentamiento.

Todos los datos apuntan a que la fundación de este yacimiento pudo estar relacionada con el vacío que deja el abandono de la factoría púnica de *Na Guardis* como consecuencia de la II Guerra Púnica (Guerrero 1985; Guerrero y Calvo 2001; Guerrero *et al.* 2002). Los materiales a torno más arcaicos, principalmente ánforas púnicas, se hallan en el Sector 1 y 6 del yacimiento y parecen remontarse a finales del siglo III BC o la primera mitad del siglo II BC. Éstos están constituidos por una copa helenística, ánforas Maña C1, y Maña D2. Por otro lado, se documentan en el yacimiento ánforas Maña C2a y cerámica campaniana A que debe situarse en la segunda mitad del siglo II BC. Mientras que los fragmentos de Campaniana B, entre otros materiales como páteras, se han asociado a contextos de finales del siglo II BC e inicios del I BC.

Entre las ánforas ebusitanas hay que destacar los tipos PE-22 (350-200 BC), PE-17/T-8.1.3.2. (200-100 BC), y PE-16/ T-8.1.3.1. (245-190 BC) hallados en el sector 2 y 6 (Ramón 1991 y 1995). También se han documentado una gran cantidad de ánforas greco-italicas principalmente Lamboglia 1 y 2, con indicios de reutilización y presentando el cuello serrado, en el Nivel I. Estas ánforas se inician a partir de 150 BC y nunca presentan una cronología que sobrepase del 80/70 BC. Este tipo de ánforas estaban en activo en el momento de abandono de la factoría púnica de *Na Guardis* en la *Colonia de Sant Jordi* (Mallorca) datado entre 130/120 BC lo que nos indica que estaban plenamente vigentes en la isla durante este periodo (Guerrero 1984 y 1997a). Algunos de esos materiales, también son característicos de la última fase de ocupación del turriforme escalonado de *Son Ferrer* y del *Puig de Sa Morisca* (Quintana 1999 y 2000).

Por tanto, el momento de ocupación del yacimiento cabe situarlo entre el 200 y el 75 BC. Esta secuencia cronológica ha sido la que se ha observado a partir de los materiales en múltiples sectores (2, 3, 4, 5, 9). Parece ser, que el proceso de abandono del yacimiento se iniciaría en torno al 100 BC (Camps y Vallespir 1998: 139). La estación se abandonó definitivamente cerca del 75 BC. Según lo observado en la excavación, el abandono del enclave no fue violento, sino que respondería más a un proceso de decadencia progresiva del yacimiento y a un abandono gradual.

Entre las causas que propiciaron el abandono del yacimiento tienen notable peso los planteamientos ligados a la conquista romana de la isla en el año 123 BC. En la zona de estudio este hecho se materializa con el establecimiento de la villa romana de *Sa Mesquida* situada a 700 m del *Turó de les Abelles* y fundada a mediados del siglo I BC (Vallespir *et al.* 1987; Camps y Vallespir 1998: 30; Tsantini *et al.* 2004).

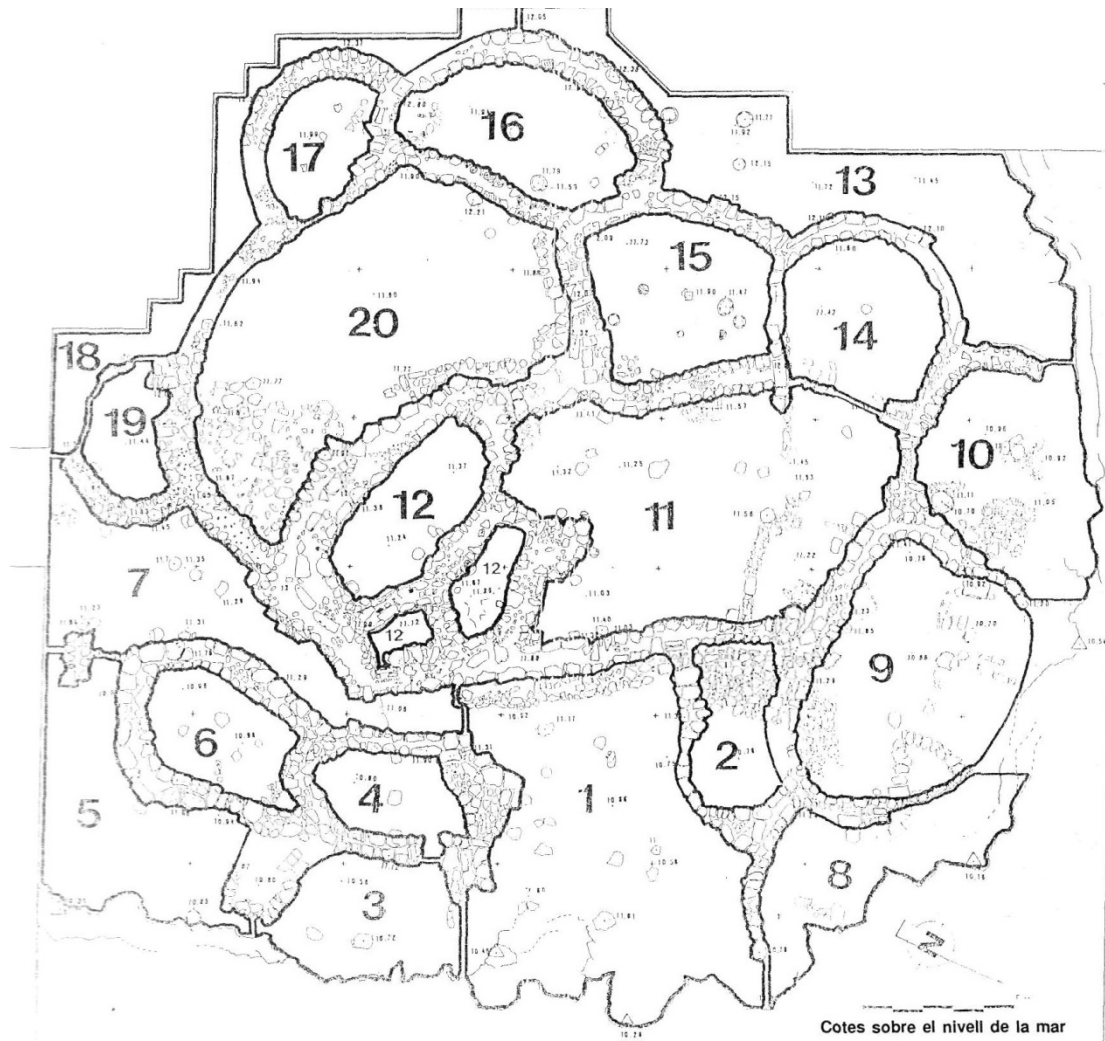


Figura 13. Planta del yacimiento del *Turó de les Abelles* mostrando los diferentes sectores citados en el texto (Planta: Camps y Vallespir 1998: Fig. 8).



Figura 14. A) Reconstrucción de una de las habitaciones del *Turó de les Abelles* (Museo de Mallorca). B) Foto de la excavación mostrando un conjunto de ánforas (Camps y Vallespir 1998).

4.1.5. Puig de Sa Morisca (SM).

El *Puig de Sa Morisca* es un asentamiento con una configuración compleja que se refleja, tanto en su evolución crono-cultural como en su organización espacial (Fig. 15). A nivel cronológico se documenta, con diferente intensidad, una larga ocupación del sitio que abarca amplios rangos cronológicos: Bronce Final, Edad del Hierro, Época Islámica, Moderna y Contemporánea. A nivel espacial, se documenta la presencia de diferentes estructuras distribuidas por el *Puig de Sa Morisca*, especialmente en la cima y en la vaguada que se forma mediante el contacto con otra formación rocosa situada a una cota más baja y ubicada en el extremo norte de la colina.

El yacimiento del *Puig de Sa Morisca* se sitúa en una colina de 120 m de altura ubicada a unos 700 m de la costa. Parece ser, que la configuración geográfica del asentamiento facilitó el establecimiento de un yacimiento estrechamente ligado al mar y a los contactos por vía marítima. De este modo, el promontorio (Fig. 16a) resulta una elevación con un perfil muy singular que la hace fácilmente distinguible desde mar adentro y a varias millas de distancia de la costa. Por otro lado, a los pies del yacimiento se sitúa un puerto natural llamado *Sa Caleta* (Fig. 16b) formado por la desembocadura de un torrente que, como se ha señalado, se sitúa a la entrada de una amplia ensenada antiguamente inundada y navegable hasta siglo I BC. Este puerto supone un lugar adecuado para el resguardo de las naves de mayor calado mientras las barcas ligeras podrían haberse aventurado por la antigua albufera e incluso, por el torrente. Como ocurre con otros lugares de similares características (Aubert 1994), todos estos condicionantes favorecen, como se detallará a continuación, que este lugar constituya un excelente punto de intercambio de materiales e ideas (Guerrero *et al.* 2002; Guerrero 2003; Guerrero *et al.* 2006: 214 y 2007c).

Nos encontramos ante un asentamiento muy complejo de una población que eligió como territorio multifuncional y permanente de habitación, producción y culto, el área de *Santa Ponça*, que se extiende tierra adentro desde *Sa Caleta* hasta *Sa Porrassa*. El núcleo principal se sitúa al abrigo del denominado *Puig de Sa Morisca*, sin embargo, tiene diseminados una serie de asentamientos por todo el territorio de frecuentación y de captación preferente de recursos. A unos 250-300 m en dirección sureste se sitúa un importante conjunto o área ceremonial presidida por el talayot circular de *Son Miralles* y un elemento arquitectónico de planta circular, seguramente un turriforme.

Este conjunto de clara función cultural tiene continuidad en el núcleo de *Es Fornets*, en el que pueden distinguirse con claridad un santuario con toda una serie de construcciones imprecisables por su estado de ocultación bajo las ruinas. También en otras colinas situadas en el radio más inmediato del *Puig de Sa Morisca* se levantan diferentes construcciones. Se constata una construcción de planta de herradura ya excavada, conocida como *Santa Ponça 6* o *King's Park*, que por desgracia ha quedado inserta en un conjunto urbano. También, hay que destacar la presencia de otros yacimientos como *Santa Ponça 5* y *Santa Ponça 20* (Guerrero 1982; Vallespir *et al.* 1987; Calvo 2002).

La orientación de la puerta del talayot de *Son Miralles* y el dominio visual del turriforme situado en la cima del *Puig de Sa Morisca* permiten adelantar que el territorio de dominio inmediato de esta población se extendía por el interior hacia *Sa Porrassa*, donde el turriforme escalonado de *Son Ferrer* pudo constituir uno de sus demarcadores territoriales (Calvo *et al.* 2005 y 2009; Calvo 2009).

A continuación se hará referencia específicamente al conjunto de restos que se ubican en el propio *Puig de Sa Morisca*, en la peña situada al este del mismo y en las construcciones que se extienden entre ambas elevaciones (Fig. 15).

- Área de la acrópolis o *castellum*:

Corresponde a la cumbre del *Puig de Sa Morisca*, con todas las construcciones que en él se ubican, así como los murallones de la ladera este, donde se localizan los principales lienzos defensivos. Se trata de una primera barrera de murallones discontinuos que aprovechan, en algunos tramos, la topografía de las cotas más altas de la cumbre.

Cerrando la cumbre, en la cota que coincide con el escarpe más vertical todo el sistema, se localiza otra muralla que dispone de tres torreones adosados a ella (Torres I, II y IV) y situados en el mismo borde del precipicio. Cada uno de ellos parece dominar visualmente un territorio estratégico de gran amplitud: la antigua zona inundada donde se ubica el *Turó de les Abelles*, la costa desde *Sa Caleta* hasta El Toro y, el tercero, la costa de El Toro, el llano circundante y la segunda zona inundada del *Salobrar de Magalluf*. La acrópolis aparece presidida, en su punto culminante, por una construcción circular, un turriforme denominado Torre III, construido con bloques bien escuadrados y siguiendo una disposición con tendencia a las hiladas paralelas.

- Peña con accesos protegidos:

Se trata de una elevación rocosa algo más baja que el *Puig de Sa Morisca*, pero de topografía muy abrupta. Se sitúa al Norte y es inaccesible por esta ladera, que se alza como una gran roca pelada e inclinada hacia adelante. En la zona más baja, se adosó a la roca un torreón circular, que seguramente enlazaba con la muralla y/o con un portal, protegiendo así el acceso, tanto a la zona de hábitats como a la cumbre de la peña por la única ladera accesible. En la actualidad, tanto la acción erosiva como la antrópica, han hecho desaparecer las construcciones que debieron situarse en esta pequeña cumbre. En cualquier caso, aún es posible identificar recortes en la roca madre a modo de escalonamientos, para facilitar su acceso desde el interior del poblado. Igualmente, pueden identificarse las hiladas de la cimentación de lo que serían los muros de un pasillo que daba acceso a la cumbre. Desde ella, se posibilita un dominio visual sobre el conjunto de hábitats y yacimientos que se sitúan en el entorno inmediato, así como de gran parte del territorio de captación de recursos.

- Muralla norte y zona de hábitat:

En la cota más baja de la peña, y posiblemente formando parte del sistema defensivo que integraba a la Torre VI, se puede identificar un lienzo murario que, parece ser, enlazaba las dos cumbres por sus cotas más bajas y accesibles. En la actualidad, esta zona está en proceso de excavación, y se ha identificado un tramo de muro algo alterado por la construcción de banales modernos.

Sin embargo, los derrubios acumulados en su base permiten augurar que su alzado no será inferior a 1.5 m. En la suave pendiente que se inicia hacia el sur se extiende un campo de ruinas, muy tapadas por la vegetación, que parecen corresponderse con las construcciones estrictamente domésticas del asentamiento. Hacia el sur, y en una cota intermedia, puede identificarse otro lienzo defensivo con un portal relativamente bien conservado, aunque el dintel se encuentra desplazado, que protegía a la población por la zona más vulnerable del asentamiento. En cualquier caso, las construcciones domésticas terminaron desbordando este lienzo defensivo y algunas se sitúan extramuros laderas abajo.

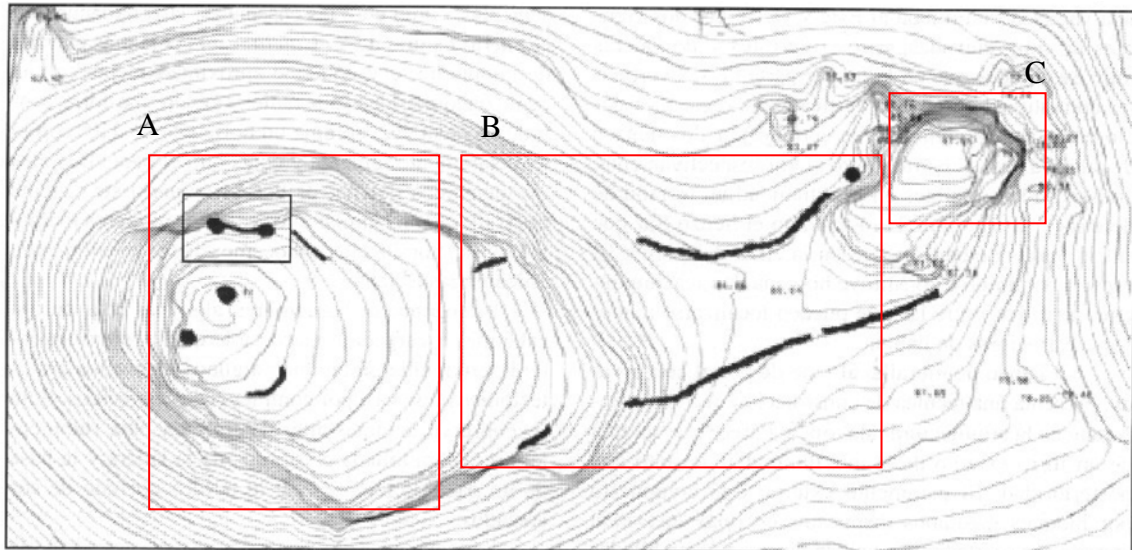


Figura 15. Plano mostrando los diferentes ámbitos que componen el asentamiento del *Puig de Sa Morisca*. A) *Castellum*. B) Peña. C) Área de poblado. (Fuente: Guerrero *et al.* 2002).

Los niveles de ocupación adscritos a las muestras estudiadas se relacionan con tres ámbitos diferenciados del yacimiento que, además, han sido parcial o totalmente excavados. Nos referimos a la Torre I, a la Torre III y al área del poblado, cada una de estas unidades arquitectónicas presenta diferentes secuencias de ocupación por lo que se procederá a describir cada uno de estos ámbitos de forma individual.

4.1.5.1. Torre I.

a) Paleosuelo del Bronce Final.

Si bien la ocupación del yacimiento en épocas posteriores ha enmascarado posibles elementos constructivos del Bronce Final, existen algunos indicios de ocupación en este momento. El paleosuelo sobre el que se edificó la Torre I está constituido por una roca muy irregular con grietas que a veces superan los 60 cm de profundidad. Muchas de ellas, aparecen parcial o totalmente colmatadas de sedimentos ligados a unidades estratigráficas sedimentarias claramente anteriores a la construcción de la torre. En ellas han aparecido algunos materiales cerámicos realizados a mano, cabe destacar también que la ausencia de cerámica a torno es absoluta (Guerrero *et al.* 2002).

Introducción al área de estudio y periodización

Las dataciones¹³ de materiales del sedimento duro de color rojizo con piedra menuda situado por debajo de la estructura de combustión UE-26 y de la UE-23 evidencian un paleosuelo en la cumbre de la colina que indica la ocupación del lugar desde el Bronce Final, entre 1200-800 BC. Cerámicas halladas en este nivel se corresponden con una olla carenada de borde exvasado y una pesa de telar. A este horizonte se asocia la UE-70 (KIA-17979), la UE-4¹⁴ y UE-123, de las que se han analizado 12 piezas cerámicas (Tabla 1). Por otro lado, Guerrero *et al.* (2007c) señalan, en función de lo observado en otros yacimientos costeros del Bronce Final como *S'Almunia* o *Punta Baixa*, que tal vez los lienzos de muros que cierran parte de la colina podrían datar de este periodo (Fig. 16c y d). Todo indica, que este paleosuelo siguió en activo hasta los primeros momentos del contacto con los fenicios entre 900-790 BC (KIA-19981), ya que en este contexto se halló una punta de flecha fenicia con arpón, cuentas de vidrio, una fusayola y un *escarabeus* (Guerrero *et al.* 2002; Guerrero 2003; Guerrero *et al.* 2006 y 2007c).



Figura 16. A) Vista aérea del *Puig de Sa Morisca*. B) Imagen del puerto natural de *Sa Caleta*, C y D) Tramos de muros en el perímetro del *Puig de Sa Morisca* (Fuente: Laboratorio de Prehistoria UIB).

¹³KIA-17980 c. 1120BC (95.4%) 900BC (UE-51), KIA-17998 c. 1320BC (95.4%) 1120BC (UE-57).

¹⁴ Esta UE se asocia al relleno de piedra mediana a pequeña, que ocupa el triángulo formado por las UE-1 y UE-3. Se integra en un sedimento de color blanquecino más consistente y compacto que la del nivel I.

b) Niveles Talayóticos.

A inicios de la Edad del Hierro (900/700 BC) la colina se fortifica con nuevas construcciones, como la Torre III que trataremos posteriormente, y se establece la ocupación permanente del enclave con el establecimiento de un poblado amurallado en la vaguada del promontorio. Este proceso coincide con el establecimiento de la colonia fenicia de *Sa Caleta* en Ibiza y, como se ha señalado anteriormente, con las primeras evidencias de materiales fenicios en el asentamiento. Este aspecto nos indica que este yacimiento no perdió su función estratégica en el tránsito entre la Edad del Bronce y la del Hierro. En gran parte, ello sucede por su buena situación geoestratégica respecto a la isla de Ibiza que lo sitúa a tan solo una singladura de la colonia fenicia. A diferencia de lo que ocurrirá en la Torre III, los únicos niveles asociados a esta cronología Talayótica de la Torre I se asocian con unidades estratigráficas sedimentarias, esencialmente la UE-26. Se trata de una estructura de combustión que muestra una concentración de cenizas mezcladas con tierra, con cerámica asociada y donde una muestra (SM-683) ha sido seleccionada, datada entre 800-500 BC (UTC-10028).

c) Niveles Postalayóticos: Construcción y uso de la Torre I.

El muro perimetral de la Torre I está construido mediante técnica ciclópea con relleno entre los paramentos donde se hallaron varios huesos de fauna que pudieron ser datados, proporcionando la cronología del momento de construcción de la torre. Cuatro dataciones evidencian que la torre se construyó entre 510-410 BC. Paralelamente a la construcción de la torre, se produjo una importante obra de nivelación que consistió en acondicionar una base de piedras medianas y pequeñas junto con losetas y varios morteros de piedra amortizados como relleno, sobre la que luego se situó un suelo de tierra batida. En estas tareas quedaron amortizados y mezclados con el piso bastantes fragmentos cerámicos, entre ellos, dos de cerámica ática que nos sitúan en la cronología sostenida por las dataciones presentadas (Guerrero *et al.* 2002). La construcción de la torre se inicia con la regularización del suelo en el que, posteriormente, se asentará la torre, algo que sucede, según las dataciones¹⁵, entre 800-540 BC.

¹⁵ KIA-18734 c. 800BC (95.4%) 540BC (UE-34); UTC-10033 c. 770BC (95.4%) 410BC; UTC-10032 c. 750BC (95.4%) 370BC; UTC-10031 c. 750BC (95.4%) 380BC; UTC-10030 c. 730BC (95.4%) 370BC; UTC-10029 c. 770BC (95.4%) 390BC.

Todo indica que entre los siglos V-IV BC se produce una intensa fortificación de la zona norte del *castellum* de *Puig de Sa Morisca* donde la Torre I queda integrada en un sistema defensivo mayor coordinado entorno al murallón que actualmente cierra parte de la ladera, aglutinando otra torre y diversos ámbitos. La torre que se construyó (Fig. 18 y 19), puede definirse como un turriforme de planta irregular de unos 9 m de diámetro construida con muros ciclópeos de 1.15 m de grosor. Esta torre fue excavada y consolidada en sucesivas campañas arqueológicas entre 1996 y 2002 en las que se pudieron recoger abundantes materiales. Adosada a la vertiente oeste de la misma se documenta otra estructura de planta irregular también adosada a la muralla (Fig. 17), ello confiere una gran envergadura al muro ciclópeo situado al norte del ámbito, que llega a medir 3.6 m de grosor y 4.9 m de longitud. El conjunto arquitectónico de la Torre I se relaciona visualmente con el poblado y con la defensa del sector norte de la colina, adosándose a la muralla de cierre del *castellum* (Calvo 2002).

Los niveles de ocupación evidencian una utilización muy breve de la estructura original, sólo durante parte del siglo V BC (KIA-33826). Parece ser, que este uso original de la torre se abandona en el siglo IV BC, coincidiendo con la fundación de la factoría púnica de *Na Guardis* ubicada en el sector sureste de la isla (Guerrero 1984). El cambio de uso en la torre coincide con el descenso de materiales de importación en la zona a partir de c. 400 BC, momento en el que la Torre I pasaría a ser ocupada como vivienda. Teniendo en cuenta las dataciones y las cerámicas a torno halladas asociadas al momento de uso, todo indica que la torre se reformó para convertirse en vivienda hacia el 400 BC o en los primeros años del siglo IV BC (Guerrero *et al.* 2002).

El espacio interno de la torre perdió su función original y se construyó un ámbito de forma triangular delimitado por dos paredes medianeras simples de 0.3 m de grosor y 2.8-2.65 m de longitud respectivamente (Fig. 17). Estos lienzos murarios coinciden hacia el centro de la torre, donde se sitúa una columna de tipo mediterráneo que sustentaba la cubierta. La construcción de este ámbito divide el espacio interno de la torre en tres dependencias de dimensiones desiguales. La dependencia mayor albergaba el hogar, una segunda almacenaba ánforas púnico-ebusitanas, mientras que un tercer ámbito más pequeño sirvió para almacenar objetos diversos, como grandes vasijas indígenas, varias ánforas PE-14/ T-8.1.1.1 y un ánfora ibérica, así como varios clavos de cobre usados originariamente para fijar cuadernas de barco (Guerrero 2008) y fusayolas. La presencia de fauna terrestre y marina indica que también éste sirvió de zona de almacén de alimentos.

El momento de abandono de la Torre I, ya convertida en vivienda, puede fijarse, en función del material a torno, hacia el 325 BC, o bien muy poco después (Guerrero 1997; Guerrero 1999: 97; Guerrero y Calvo 2001; Guerrero *et al.* 2002; Ruíz Cabrero 2002; García Rosselló y Quintana 2003).

El principal nivel de ocupación se asocia a la UE-23 (Fig. 20 y 21) y aparece estrechamente relacionado con otras unidades estratigráficas cuyos materiales nos sitúan en el mismo momento de ocupación. De este modo, las 38 cerámicas analizadas, así como cuatro muestras de arcilla relacionadas con la cubierta de la torre, se asocian a un periodo temporal muy acotado que debe situarnos entre 400-325 BC. Las características de las unidades estratigráficas relacionadas con materiales seleccionados en este estudio (Fig. 20, Tablas 1 y 9) de este periodo se detallan a continuación (Guerrero *et al.* 1998):

- UE-9: Es una unidad sedimentológica de origen antrópico formada por tierra medianamente compacta de coloración castaño oscuro que ocupa una superficie notable de la parte interna del torreón. Esta UE se sitúa en un desnivel notable provocando su inclinación hacia el norte por efecto de los agentes erosivos. En la excavación de la unidad se han hallado restos de arcilla con improntas vegetales, algunas analizadas aquí, que presumiblemente proceden de la cubierta de construcción, y restos de fauna. Finalmente, se han hallado numerosas cerámicas a mano indígenas y otras a torno ebusitanas, la aparición de ánforas PE-14/ T-8.1.1.1. y la falta de fósiles directores cerámicos de época posterior indican una ocupación de la unidad hacia mediados del siglo IV BC (Ramón 1991).
- UE-11: Es una unidad sedimentológica definida por los muros que conforman la UE-3 y la UE-7. Los materiales cerámicos que aparecieron eran a mano. Cabe destacar la ausencia de fauna en el nivel.
- UE-12: Constituida por una masa de tierra de aspecto margoso relacionada, tal vez, con alguna estructura de la torre como la cubierta. La cerámica hallada en la unidad era a mano. Así mismo, también se documentaron en esta unidad la existencia de restos de cal, arcilla con improntas vegetales, fauna y restos de hierro.

- UE-17: Sedimento de color ocre que se diferencia ostensiblemente de la UE-12, tanto por la textura como por el color. La UE-12 se dispone en forma de cuña dividiendo en dos la parte superior de la UE-17. Es precisamente en la zona de contacto entre la UE-17 y la UE-12 donde se ha localizado un pivote y parte de un ánfora massaliota, que nos data la unidad en el siglo IV BC. Por otro lado, también se hallaron restos de fauna y cerámica a mano, entre ellas un gran recipiente (SM-103) que contenía clavos de cobre de gran tamaño, y un ánfora ibérica que también puede ubicarse en el siglo IV BC.
- UE-23: Sedimento rojizo de tierra compacta, muy fina que tocaba la roca madre. Dentro de la unidad se hallaron abundantes restos cerámicos, tanto a mano como ebusitanos, y restos de fauna. Finalmente, se halló, en el relleno de una grieta en la roca base, un fragmento de madera de 30 cm de longitud.
- UE-117: Esta unidad estratigráfica se relaciona con un nivel superficial que, sin embargo, podemos considerar representativo de la fase de ocupación. Ello se debe a que la erosión del suelo y el arrastre de materiales ladera abajo ha eliminado la capa superficial y ha provocado que los primeros estratos sedimentarios documentados se relacionen con las últimas fases de ocupación.

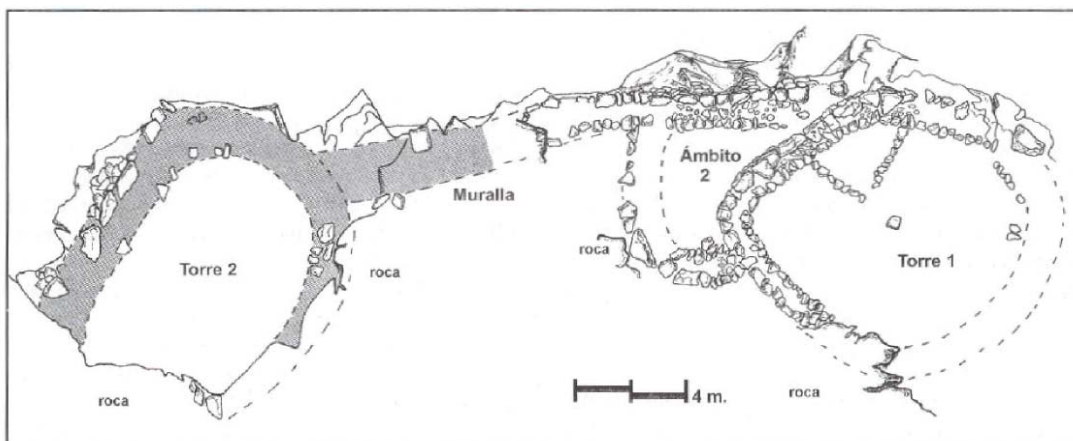


Figura 17. Planta de la Torre I, muros internos y otras estructuras asociadas al complejo arquitectónico de la zona noreste del *castellum*.



Figura 18. Fotografía de la Torre I del *Puig de Sa Morisca*.

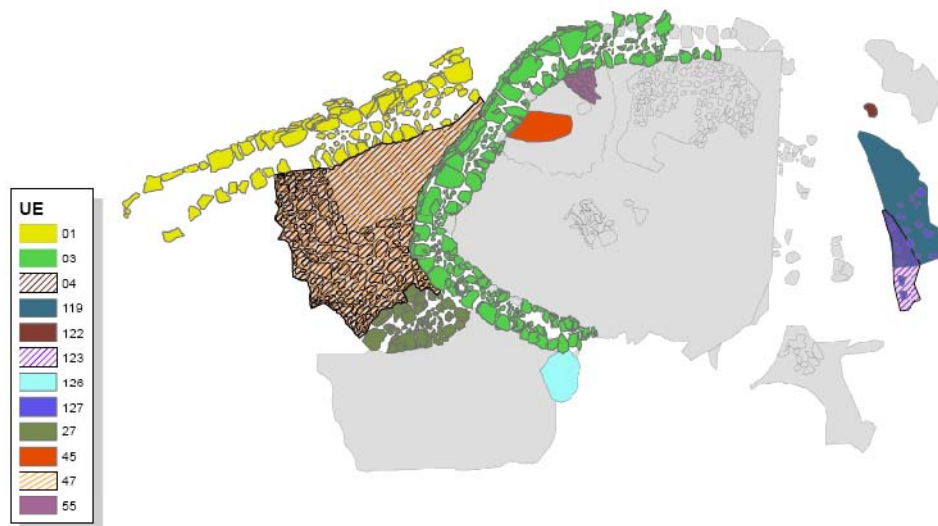


Figura 19. Unidades estratigráficas estructurales de la Torre I del *Puig de Sa Morisca*.

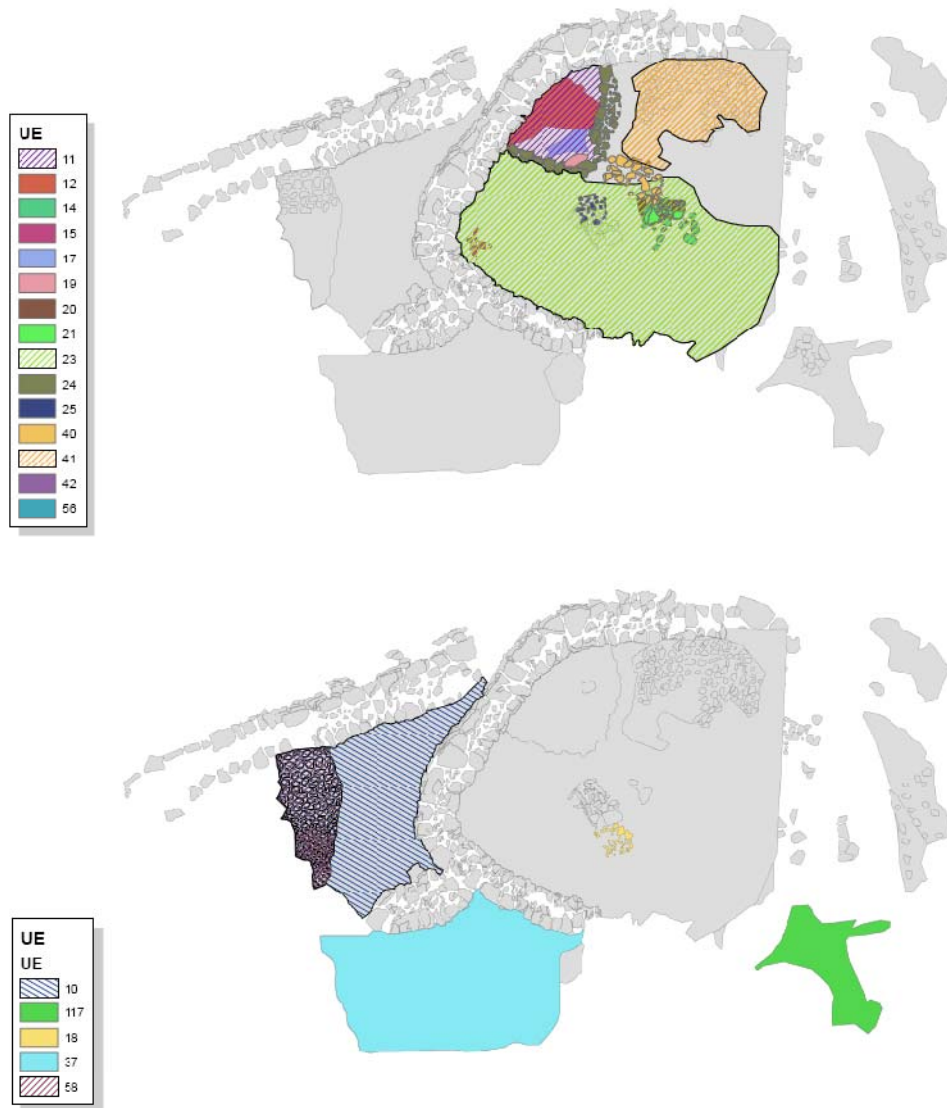
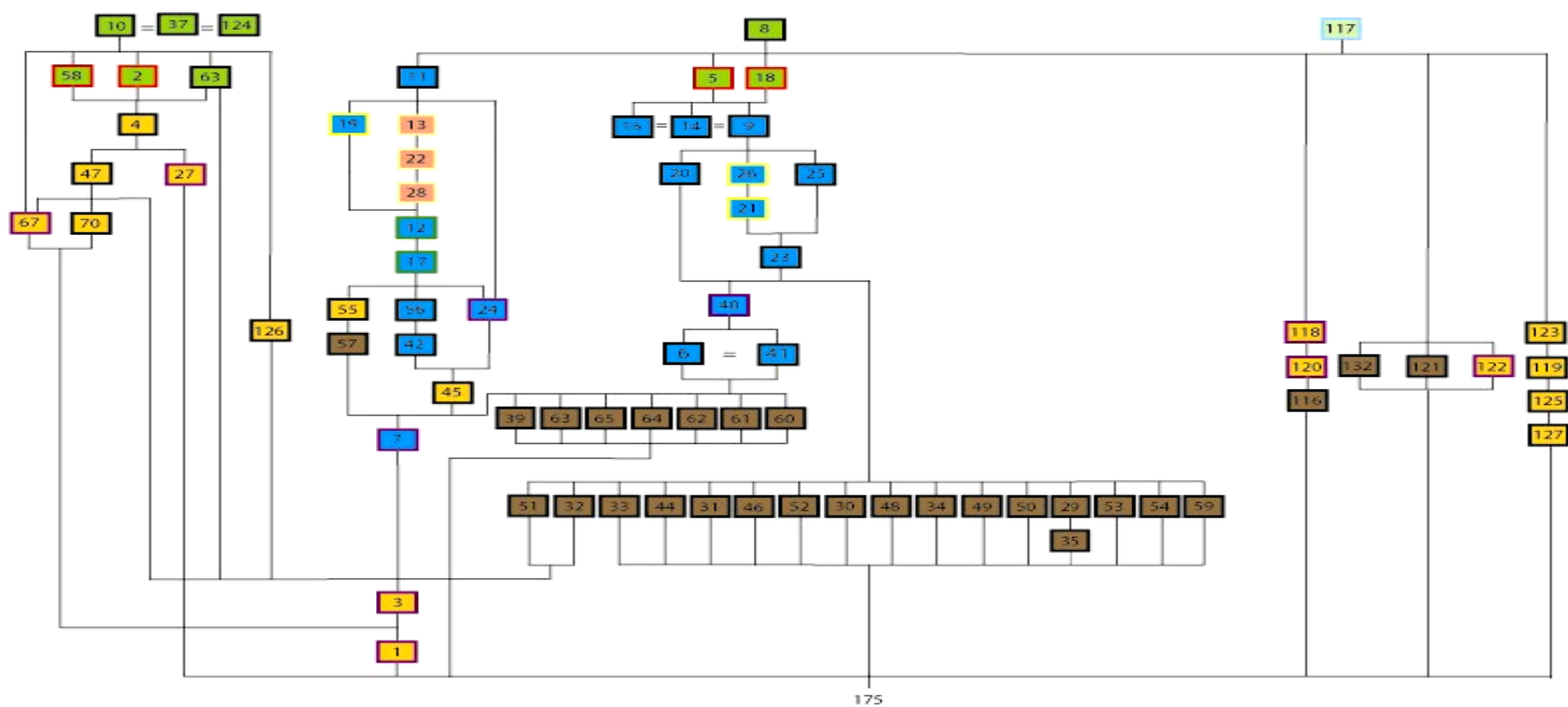


Figura 20. Plantas de la Torre I con algunas de las unidades estratigráficas sedimentarias seleccionadas.



- | | |
|---|---|
| FASE PRECONSTRUCCIÓN | UNIDAD ARQUITECTÓNICA |
| FASE CONSTRUCCIÓN CONJUNTO ARQUITECTÓNICO I | UNIDAD SEDIMENTOLÓGICA |
| FASE S. IV BC | UNIDAD DE DERRUMBE (PIEDRAS Y SEDIMENTO) |
| FASE ALMOHADE | UNIDAD DE DERRUMBE (CAL Y SEDIMENTO) |
| FASE DE ABANDONO DEFINITIVO | ESTRUCTURA DE COMBUSTIÓN |

Figura 21. Matriz Harris con las unidades estratigráficas de la Torre I del *Puig de Sa Morisca*.

4.1.5.2. Torre III.

Las estructuras que componen esta unidad se ubican en la zona más alta de la colina y desde donde se posee un amplio dominio visual de todas las vertientes y cuencas visuales del entorno, incluido el mar, desde aquí se divisa perfectamente el puerto natural de *Sa Caleta*. La Torre III es un turriforme de planta circular donde el acceso no ha podido documentarse. El diámetro interno de la estructura es de 5.8 m y el externo de 9.8 m. Los muros presentan doble paramento ciclópeo y su altura máxima, actualmente, es de 2.5 m. El muro, de 2 m de grosor, presenta en el sector este un vaciado del paramento interno delimitando un ámbito de forma aproximadamente rectangular (Fig. 22c) que podría relacionarse con la ubicación del acceso (García Amengual *et al.* 2010).

En el interior esta torre presentaba, en el momento de su excavación, una estructura de época contemporánea embutida en el parámetro interno del turriforme. La construcción de esta estructura afectó enormemente al registro material de su interior, al igual que a su configuración arquitectónica original, ya que se construyó una rampa de acceso en el sector este. De todas formas, la configuración de algunos elementos arquitectónicos de la torre original, como una columna poli-lítica y varios tambores de columnas, quedaron poco afectados (Fig. 22a y b). En los exteriores de la torre se ha podido documentar la presencia de varias estructuras de combustión (Fig. 22d), así como una intensa reocupación almohade del asentamiento que se plasma en la construcción de tres habitaciones o ámbitos que se adosan a la vez entre ellos y el turriforme (Albero y Andújar 2007; García Amengual *et al.* 2010).

A pesar de estas importantes alteraciones de la fase de ocupación prehistórica, se pudieron observar, durante la fase de excavación, la presencia de algunos estratos sedimentarios que se mostraban homogéneos en el material que presentaban, siendo éste exclusivamente talayótico. Según las dataciones obtenidas¹⁶ de muestras procedentes de estos estratos, podemos situar el momento de uso del turriforme en una fase que comprendería desde época talayótica a tal vez, inicio de época postalayótica, entre 800-400 BC.

¹⁶ KIA-33808 c. 770BC (95.4%) 410BC (UE-195).

Esta cronología coincide con los datos radio-carbónicos obtenidos relacionados con los carbones asociados a una cubeta de combustión (UE-138)¹⁷ hallada en los exteriores del turriforme. A esta cubeta se asociaba una cerámica *pithoi*, la única que ha sido analizada de este complejo (Tabla 1), y que nos sitúa en su uso durante el periodo Talayótico.



Figura 22. A y B) Imágenes de la Torre III del *Puig de Sa Morisca* con columnas poli-líticas adosadas al paramento interno. C) Planta de la Torre III del *Puig de Sa Morisca* con las unidades estratigráficas talayóticas, D) Estructura de combustión hallada en el exterior de la torre (UE-138).

4.1.5.3. Área del poblado.

En el caso del poblado de *Puig de Sa Morisca*, los rasgos espaciales y arquitectónicos apuntan hacia su inclusión en lo que Aramburu (1998: 164) ha denominado “*Poblados tipo B*”. Son poblados que, al igual que *Allmallutx* (Escorca) o *Es Castellot de S’Alqueria* (Andratx), se localizan en lugares abruptos, presentan planta irregular adaptada a la orografía y están parcialmente amurallados.

¹⁷ KIA-33807 c. 750BC (95.4%) 400BC.

Este contexto general, sugiere que debemos situar la fundación del poblado, a pesar de no contar con dataciones radio-carbónicas, en época Talayótica. El poblado del *Puig de Sa Morisca* se construyó aprovechando una vaguada que queda delimitada al este y oeste por dos cumbres no muy elevadas pero agrestes, con laderas muy escarpadas que, en la mayor parte de sus vertientes, constituyen paredes verticales de roca. El espacio entre ambas cumbres fue cerrado por dos lienzos de muralla uno al oeste y otro al este respectivamente. La muralla ciclópea de la vertiente este está formada por grandes bloques de piedra calcárea de hasta 1.5 m de altura y se ha podido constatar que el acceso, que sufrió varias readaptaciones en épocas posteriores, habría presentado un portal adintelado muy parecido al documentado en *Ses Païsses* o *Ses Talaies de Can Jordi* (Aramburu 1998: 163). También se documenta una torre o bastión de defensa adosado a la muralla oeste.

Se trata, por tanto, de una zona con un menor desnivel que se sitúa entre dos macizos rocosos, el del *castellum* donde se ubican la Torre III y la Torre I y otro de menor envergadura. En esta segunda formación rocosa, se documentan remodelaciones de la roca madre para facilitar el acceso a su parte superior. Este espacio llano, pero muy protegido, fue aprovechado para situar un poblado amurallado donde el área ocupada es de unos 2700 m². En esta área se observan habitaciones muy degradadas, una importante acumulación de cerámicas de diversos tipos y material de construcción, todo ello muy tapado por la vegetación (Quintana 1999 y 2000).

El poblado está en proceso de excavación por lo que el área excavada y los datos disponibles se limitan, por el momento, a la zona de la puerta del lienzo de la muralla este (Fig. 23). Se trata de una muralla realizada a partir de criterios constructivos desconocidos en la tradición constructiva ciclópea (Guerrero 2003). La excavación de los niveles más superficiales (UE-73, Fig. 24), de donde se ha seleccionado la una única cerámica que presentaba forma (Tabla 1), proporcionó indicios de una fase de ocupación muy tardía del poblado, durante el siglo II BC. Momento en el que la muralla del lienzo este sufrió varias readaptaciones en la zona del portal. Las excavaciones en este sector del asentamiento han documentado su abandono coincidiendo con la conquista romana de la isla hacia 130-120 BC (Guerrero *et al.* 2002). Si bien el yacimiento continua frecuentándose en épocas posteriores, como denotan los materiales observados en prospecciones superficiales que abarcan hasta el siglo I-II DC (Guerrero 1982; Vallespir *et al.* 1987; Quintana 2000).

Ello evidencia qué, si bien el asentamiento de *Puig de Sa Morisca* entra en decadencia a fines del siglo IV BC, éste permanece habitado durante el siglo II BC. Los hallazgos correspondientes a estas fases más tardías de su existencia son escasos, lo que parece indicar la permanencia de una población residual que seguía habitando el lugar y que, seguramente, desaparece antes del cambio de Era, a juzgar por la práctica ausencia de fósiles directores típicos de época alto-imperial (Guerrero 1982; Guerrero 1998; Quintana 2000; Guerrero *et al.* 2002).

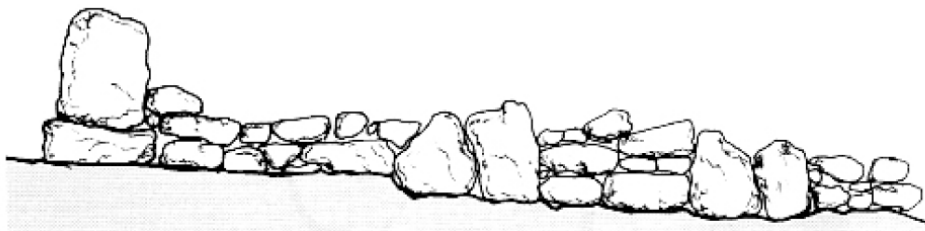


Figura 23. Imagen y alzado de la muralla este del poblado del *Puig de Sa Morisca* (Guerrero 2003).

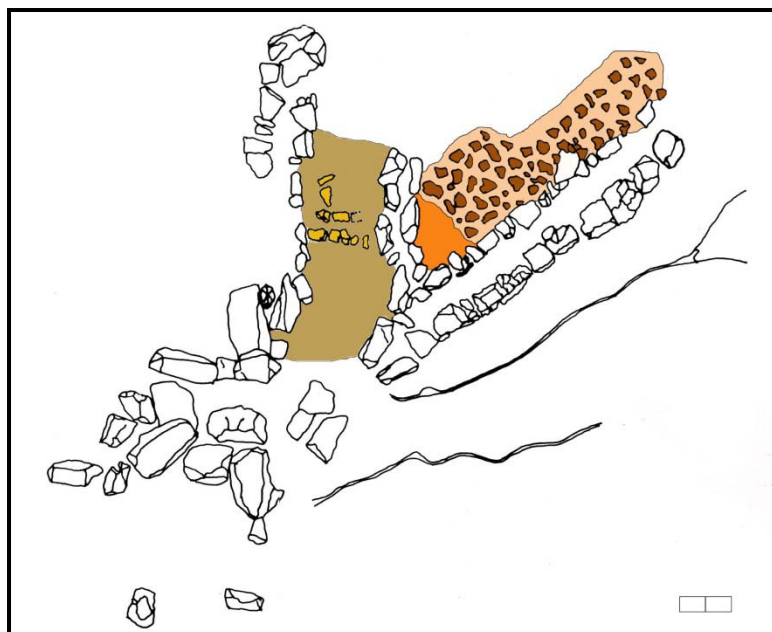


Figura 24. Unidades estratigráficas de la zona interior del portal de acceso al poblado mostrando los niveles superficiales (UE-73).

4.2. Estrategia Diacrónica.

Como se ha podido observar a lo largo de las descripciones de los yacimientos seleccionados, éstos muestran distintas fases de ocupación, si bien todos ellos coinciden en presentar una fase de ocupación más o menos simultánea o sucesiva durante el Postaláyotico. Por este motivo, se ha tratado tener una representación amplia de muestras de este periodo, superando el centenar. Sin embargo, el número de piezas de estos asentamientos asociadas a otras cronologías más tempranas ha sido muy escaso. En este sentido, se ha optado por incluir en el estudio otro yacimiento, *Closos de Can Gaià*, con la finalidad de ampliar el número de muestras, especialmente pertenecientes al Bronce Final y poder abordar desde una perspectiva más amplia el cambio tecnológico. Este yacimiento, si bien se sitúa en otra zona arqueológica, cumple todos los requisitos estipulados antes para ser seleccionado. Su inclusión ha permitido, además, obtener algunas piezas del Bronce Antiguo y Medio, lo que permitirá una mayor solidez en las conclusiones del estudio diacrónico de la producción cerámica y plantear hipótesis relacionadas con las cerámicas adscritas a cronologías más altas que deberán solventarse en futuros trabajos que incluyan un número mayor de piezas de dichas cronologías.

De este modo, para la zona de *Porto Colom* (Felanitx), donde se emplaza el yacimiento, únicamente se va a realizar una breve aproximación al contexto geográfico y geomorfológico del área estudiada. No nos detendremos en la historiografía arqueológica desarrollada en la zona, ni en las dinámicas de ocupación del territorio que ya están publicadas, ni en la caracterización natural del área o una aproximación espacial de esta zona, ya que todos estos aspectos pueden consultarse en otros trabajos (Fornés *et al.* 2001; Salvá 2001). Finalmente, el yacimiento de *Closos de Can Gaià* muestra indicios de ocupación en periodos históricos. Tampoco no haremos referencia a esta fase de ocupación, tratada en otros estudios (Salvá *et al.* 2001; Servera *et al.* 2003), centrándonos en las fases prehistóricas del yacimiento.

4.2.1. Descripción geográfica.

Las características naturales de esta área ya han sido descritas por Fornés *et al.* (2001). La zona de *Porto Colom* (Felanitx) se emplaza en el sector sureste de la isla de Mallorca y su geografía consiste en una zona abierta con una amplia franja litoral de unos 7 km de distancia que posee un puerto natural de carácter cerrado que da paso a una zona llana (Fig. 25). En esta zona llana, de más de 1500 ha de superficie, se observan abundantes depósitos de tierras rojas utilizadas tradicionalmente para cultivo que se alternan con otras zonas rocosas compuestas de areniscas no roturadas. En esta área de escasa pendiente se documenta, además, la presencia de algunos torrentes de corto recorrido y de caudal estacional que acaban desembocando en pequeñas calas situadas en la costa, como *Cala Marçal*. Estas zonas de costa constituyen un paisaje árido y con pendientes suaves. Este llano-litoral es muy homogéneo geográficamente y se extiende hacia el norte, hacia *Cala Murada*, y al sur, hacia *Cala d'Or*, sin hallar ningún accidente geográfico relevante, ni cambios significativos en su fisonomía. En general, se trata de un área donde, salvo algunas excepciones muy localizadas, escasean las fuentes de agua y las zonas húmedas.

Al noroeste y al oeste, esta zona más plana queda delimitada por una serie de formaciones montañosas pertenecientes a las *Serres de Llevant*. Entre éstas cabe destacar la presencia de: *Puig Paller* (237 m), *Puig de Sa Figuera* (193 m), *Puig de Mamelles* (272 m), *Puig Ferrer* (219 m), *Puig de Sero* (264 m) y *Puig Salvatge* (243 m). Entre estas formaciones rocosas se ubican algunos pasos naturales, como *Es Coll*, muy localizados en el espacio, que permiten el acceso desde la costa a zonas del interior, donde se encuentran pequeños valles como el de *S'Horta*, localizados entre las formaciones montañosas más importantes como el *Puig de s'Envestida* (425 m).

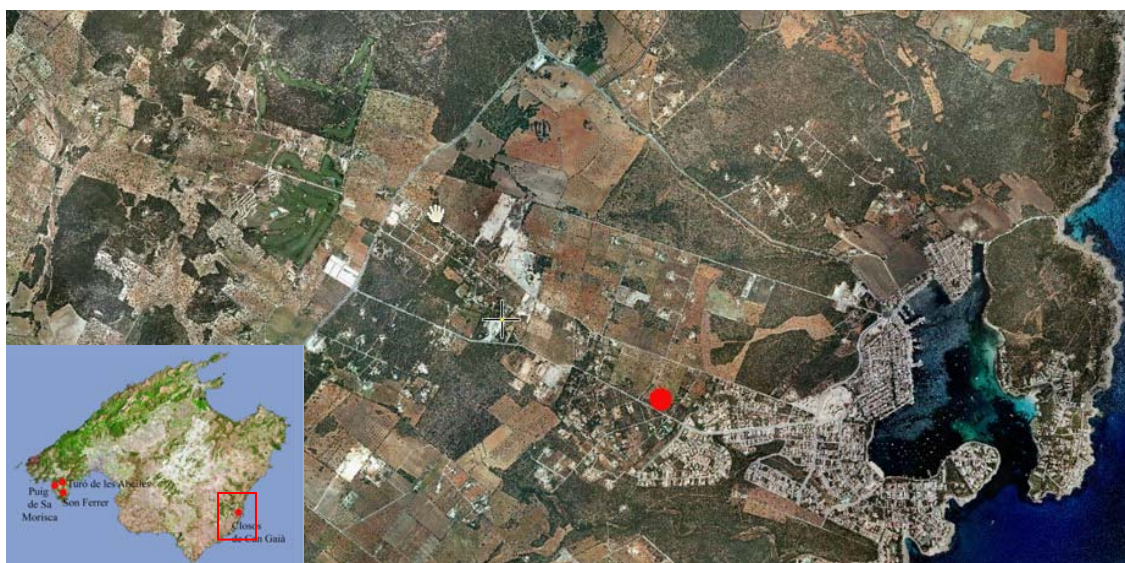


Figura 25. Vista aérea de *Porto Colom* y emplazamiento de *Closos de Can Gaià*.

4.2.3. Contexto geomorfológico del área de *Porto Colom* (Fig. 26).

El entorno geomorfológico relacionado directamente con el territorio del yacimiento consiste, principalmente, en una serie de formaciones montañosas con materiales de edad jurásica compuestas esencialmente por dolomías y otras rocas calcáreas donde se documenta caliza micrita y oolítica (1-5). Entre los depósitos de este momento figuran, de manera minoritaria, una serie de margas calcáreas (4). Entre los valles que se emplazan entre estas formaciones geológicas hallamos la mayor parte de margas arcillosas que pertenecen, básicamente, al Cretácico Inferior (9) y al Paleógeno (10), ambas relacionadas con plataformas ligadas a ambientes marinos. Por otro lado, en las zonas que están en contacto con el mar, se documentan abundantes depósitos del Neógeno formados por arenisca, conglomerados, calizas oolíticas y calcarenitas de plataforma coralina (12).

4.2.3. Closures de Can Gaià (CLG).

El yacimiento de *Closures de Can Gaià* es un poblado formado por al menos nueve navetiformes (Fig. 27) con una organización dispersa que se localiza en *Porto Colom* (Felanitx) a unos 700 m de la costa y del puerto natural señalado anteriormente. El registro analizado de este yacimiento se ha centrado en uno de los navetiformes, concretamente el Navetiforme I que está siendo excavado íntegramente por miembros del equipo de prehistoria de la UIB desde 1995. Sin embargo, los primeros trabajos que tuvieron en consideración este yacimiento se iniciaron ya a mediados del siglo XX, cuando el yacimiento se dividió, viéndose algunas de sus estructuras afectadas en 1965, por la construcción de una carretera (Calvo y Salvá 1999a, 1999b; Hernández *et al.* 2003; Belenguer y Matas 2005; Juncosa 2005; Oliver 2005; Javaloyas *et al.* 2007).

La elección de contemplar este yacimiento para su análisis se debe a que la metodología empleada en su excavación ha permitido obtener datos sobre la organización vertical y horizontal del espacio. Por otro lado, el análisis de estas cerámicas supone la primera aproximación arqueométrica a cerámicas de la Edad del Bronce en la isla de Mallorca. Se han contemplado varias fases para describir la secuencia cronológica observada en el yacimiento. Los últimos trabajos realizados (Guerrero *et al.* 2007c) demuestran la necesidad de separar, dentro del Bronce Balear, dos momentos. El Bronce Antiguo que abarcaría del 1700/1600 al 1400/1300 BC y el Bronce Medio/Final (1400/1300-1000/800 BC). En este sentido, el Navetiforme I de *Closures de Can Gaià* presenta una secuencia amplia que comprende ambos periodos. A continuación, se van a describir las fases del yacimiento asociadas a cada uno de estos periodos y sus características más significativas.

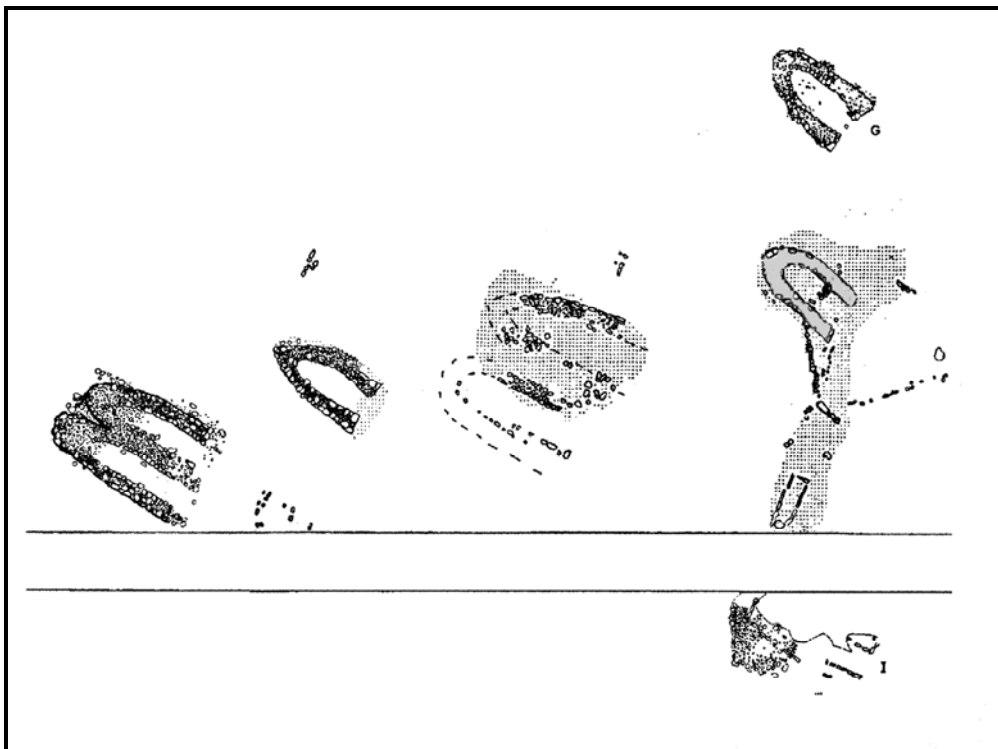


Figura 27. Poblado de navetiformes de *Closos de Can Gaià* y estructuras identificadas
(Fuente: Guerrero *et al.* 2007).

4.2.3.1. Niveles del Bronce Antiguo.

La primera fase de ocupación del yacimiento se relaciona con el nivel 5B o UE-95, cuyas dataciones radio-carbónicas han ofrecido un marco cronológico que comprende *c.* 1770-1620 BC (94%). Ello ha llevado a pensar que el inicio de la construcción del Navetiforme I de *Closos de Can Gaià* se produce durante el Bronce Antiguo (1700-1600 BC) a partir de un pequeño hogar que ha sido asociado a un rito fundacional que se conservaba debajo de la gran clave del enlosado localizado en el umbral. Según los investigadores, la losa cubrió a la cubeta de combustión cuando ésta todavía tenía las brasas encendidas. Las dataciones¹⁸ indican que esta acción pudo realizarse entre *c.* 1740 y 1600 BC (Calvo *et al.* 2001: 40).

¹⁸ KIA-11221 *c.* 1760-1610 (94% prob.) y KIA-11223 *c.* 1690-1520 (95.4% prob.). ambas datadas sobre carbón (Oliver 2005).

Sin embargo, existen algunas reservas planteadas hacia esta interpretación (Javaloyas *et al.* 2007; Fornés *et al.* 2009), ya que esta estructura podría relacionarse, al igual que la UE-95, considerado el primer nivel de ocupación, con un paleosuelo anterior a la construcción del navetiforme del que hemos analizado cuatro cerámicas (Tabla 2). La presencia de unidades estratigráficas negativas en la zona de entrada de la estructura asociadas a un entramado de postes (Fig. 28), sugiere, además, la posibilidad de la existencia de alguna estructura precedera, tal vez anterior a la construcción de la estructura ciclópea. En este sentido, se puede plantear una fase de ocupación anterior a la construcción del navetiforme que habría dejado escaso registro. Por otro lado, hay que señalar que la construcción de navetiformes sobre estructuras de época calcolítica o epicampaniforme es un proceso constatado en estaciones como *Son Ferrandell* (Waldren 1982).

Otra posibilidad que han planteado algunos investigadores es qué, en caso de asociarse definitivamente con el navetiforme, esta estructura de madera podría constituir algún tipo de cercado en la zona de acceso de la estructura (Calvo *et al.* 2001; Guerrero *et al.* 2007c). En definitiva, habrá que esperar a futuras campañas de excavación, series de dataciones radio-carbónicas y análisis de los materiales asociados a estas unidades estratigráficas para confirmar si es en este momento cuando se construye y realiza la primera ocupación de la estructura o si bien ésta se sitúa sobre un paleosuelo anterior.

En todo caso, la fecha de fundación de esta estructura ciclópea está abierta a debate ya qué, en caso de confirmarse su construcción en estas cronologías altas, supondría la más antigua de Mallorca que ha podido ser datada con seguridad. Cabe señalar que la mayoría de estructuras navetiformes datadas con medios radio-carbónicos nunca ascienden por encima de 1600 BC (Lull *et al.* 1999). En este estudio, la adscripción errónea de la fecha de ocupación del naviforme es especialmente relevante, ya que el contexto espacio-temporal en el que se inscriben las muestras analizadas interfiere en la interpretación potencial de las muestras cerámicas.

En este sentido, las estructuras navetiformes constituyen el hábitat qué, con algunas modificaciones, va a caracterizar gran parte del Bronce Balear. Éstas configuran un rasgo esencialmente insular que supone una clara ruptura, en muchos aspectos, con los rasgos materiales que se observan en el Epicampaniforme o el Bronce Antiguo (2000-1600 BC).

Por un lado, supone la adopción de una arquitectura ciclópea de carácter monumental en el ámbito doméstico. Este fenómeno se formalizará dando lugar a asentamientos, como *Closos de Can Gaià*, donde se pueden contabilizar varias de estas estructuras. La descripción de estas estructuras, cuyo patrón constructivo detallado puede consultarse en otras obras (Calvo *et al.* 2001; García Amengual 2006), puede sintetizarse según (García Rosselló *et al.* 2007: 188) en “...edificios de técnica ciclópea contruidos con grandes bloques pétreos asentados en seco. La planta...tiene forma de herradura alargada con ábside entre apuntado y redondeado, lo que da al edificio cierta forma de nave volcada. Los muros, muy anchos, tienen doble paramento con relleno de cascajo y bloques medianos en su interior. El portal, en la mayoría de los casos, es una simple aproximación de la trayectoria de los muros en la zona de la fachada”.

Finalmente, señalar que en estos niveles del Bronce Antiguo de *Closos de Can Gaià* se halló un punzón de hueso (Belenguer y Matas 2005), espátulas aplanadas y alargadas, mangos y una plaquita decorada. Por otro lado, los metales son casi inexistentes, pero se documentan indicios de actividades metalúrgicas a través del hallazgo de restos de dos vasijas horno con escorias de bronce (Calvo *et al.* 2001; García Rosselló *et al.* 2007).



Figura 28. Navetiforme I de *Closos de Can Gaià* donde se señala la presencia de UE negativas asociadas a una estructura prececedera asociada al Bronce Antiguo.

4.2.3.2. Niveles del Bronce Medio o Naviforme II.

Este constituye el primer nivel de ocupación de la estructura navetiforme que puede confirmarse sin ningún tipo de duda. Esta ocupación se produce entre 1300-1000/900 BC (Cuadro 4). En este momento, la configuración del navetiforme se caracteriza por presentar cuatro bases construidas con bloques de mediano tamaño superpuestos (Fig. 29) que podrían haber constituido el soporte de un altillo realizado con materiales perecederos¹⁹ (Calvo *et al.* 2001: 92-93).

El tratamiento del suelo de la cámara se ha mostrado, al igual que en otros navetiformes excavados como *Hospitalet Vell*, enlosado en una mitad y con tierra batida en la otra (Fig. 29), lo que evidencia la presencia de dos ámbitos ligados a funciones y actividades distintas (Ensenyat 1971; Guerrero *et al.* 2007c). La escasa altura en la zona del altillo sugiere su utilización como área de almacenamiento y de descanso. Parece ser que, como se ha documentado en los navetiformes de *Hospitalet Vell* y *Alemany*, el área de actividad cotidiana se habría situado en la zona más cercana a la entrada, que presentaba, probablemente, sólo una altura y también un enlosado. De esta fase del navetiforme se han analizado un total de cinco formas cerámicas asociadas a la UE-36 (Tabla 2).

Asociadas a este momento²⁰ de ocupación de la estructura, y desde 1400 BC, se documentan una serie de edificaciones en el exterior, como una cista o estructura rectangular de losas orto-estáticas. Estos hallazgos parecen ser resultado de áreas relativamente especializadas donde se habrían desarrollado actividades comunitarias, como el procesamiento y el almacenaje de productos. Estas apreciaciones derivan de la segmentación de pequeños espacios, por un lado, y por otro, de la presencia de morteros e instrumentos de hueso en el ámbito II-B, y de molinos y punzones de hueso en el ámbito II-C. Esta intensificación de las actividades en el yacimiento, coincide con la utilización del fondeadero o puerto natural de *Porto Colom*, donde se han encontrado numerosos restos de grandes toneles realizados a mano (Salva *et al.* 2002; Guerrero *et al.* 2007c; Javaloyas *et al.* 2007; Salvá 2007).

¹⁹ La presencia de más de una altura con las mismas características espaciales se ha documentado también en un navetiforme de *Can Roig Nou* (García Rosselló *et al.* 2007).

²⁰ KIA-11233 c. 1420BC (94.1%) 1250BC (UE-26) y KIA-11241 c. 1400BC (91.2%) 1250BC (UE-32).

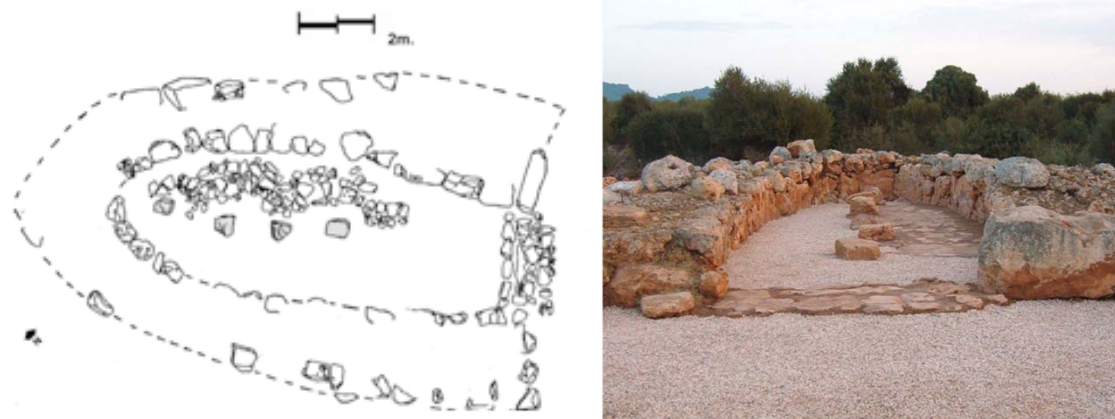


Figura 29. Planta e imagen del Navetiforme I en su configuración durante el Bronce Medio con columnas y enlosados interior y exterior.

4.2.3.3. Niveles del Bronce Final o Naviforme III.

Este periodo supone un nuevo nivel de ocupación que se sitúa entre *c.* 940-810 BC (UE-34, KIA-11229). En este momento, próximo al abandono, el navetiforme experimenta un cambio en su organización interna con la desaparición del enlosado de la entrada y la construcción, en el paramento este y en la zona del acceso, de un murete (Fig. 30) que ciega a media luz (Calvo y Salvá 1999; Guerrero *et al.* 2007c). El mismo fenómeno se ha documentado en el Navetiforme 2 de *Closos de Can Gaià* y otros como *Canyamel*, *Son Julià*, etc. donde además, se observan modificaciones del espacio interno con un aumento de las compartimentaciones y un mayor cerramiento de los accesos a los distintos espacios internos (Javaloyas *et al.* 2007; Fornés *et al.* 2009).

Parece ser que el área de actividad cotidiana se habría situado, al igual que en fases anteriores, en la zona más cercana a la entrada, que presentaba sólo una altura y donde se hallaron diversas herramientas de trabajo como un mortero de piedra, una mesa pétreo de trabajo, así como gran abundancia de restos de alimentos y cerámicas. Es en este nivel donde se encontraban los materiales cerámicos mejor conservados y donde se han seleccionado un mayor número de formas cerámicas. En total se han seleccionado siete cerámicas de esta fase asociadas a la UE-9 (Tabla 2). Entre las cerámicas halladas hay que citar la presencia de toneles de perfil cilíndrico, grandes formas ovoides de boca recta y formas bitroncocónicas carenadas. A juzgar por estos hallazgos, se ha apuntado la utilización del espacio más externo de la estructura y la zona exterior anexa para la preparación, el cocinado y el consumo de alimentos (Guerrero *et al.* 2007c; Javaloyas *et al.* 2007).

Entre los hallazgos hay que citar tres agujas ligadas a áreas de trabajo comunal en conexión con espátulas, dos botones con perforación en V y dos espátulas de hueso (Belenguer y Matas 2005: 268-269). Por un lado, continúan utilizándose las estructuras no habitacionales (Fig. 30) cuyo uso se ha remarcado en el apartado anterior. De este modo, asociado al Bronce Final²¹ se ha documentado una estructura de combustión localizada en una de estas zonas de trabajo comunal. Por otro lado, la cista también es utilizada hasta el Bronce Final, cuando presenta una gran acumulación de desechos.

Parece ser, que el navetiforme así como las otras estructuras del poblado, se abandonaron definitivamente entre 980 y 810 BC. Este último nivel (UE-34) lo configura la presencia de abundantes restos de barro con improntas vegetales en los niveles de derrumbe del navetiforme (Calvo *et al.* 2001: 14; Hernández *et al.* 2003; García Amengual 2006; Javaloyas *et al.* 2007) datados²² entre 1000-800 BC. Su presencia sugiere que, al menos en el momento final de uso, la cubierta de la estructura debió estar realizada con materia vegetal impermeabilizada con barro del que se han podido analizar un total de seis muestras.

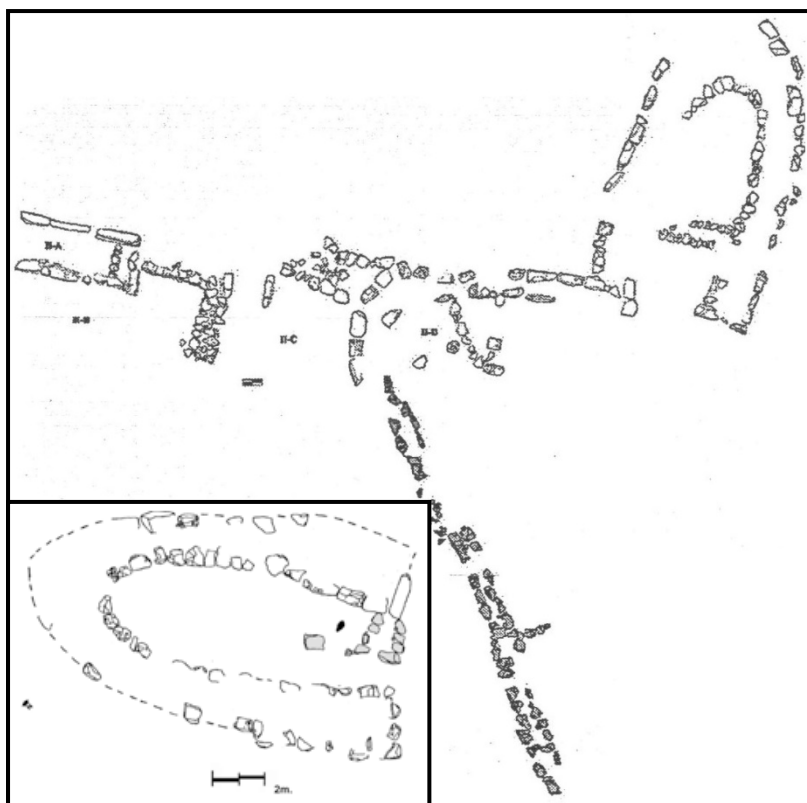


Figura 30. Configuración del Navetiforme I en el Bronce Final con un muro medianero en la entrada y estructuras exteriores asociadas a espacios de trabajo comunal.

²¹ KIA-25201 c. 980BC (95.4%) 810BC (UE-152).

²² KIA-11229 c. 990-820 BC, KIA-11232 c. 1040-840 BC ambas de la UE-34.

Cuadro 4: 40 dataciones radio-carbónicas de las unidades estratigráficas asociadas a los niveles seleccionados para análisis cerámico.

Nº Laboratorio	Cal. BC. OxCal v.3.10	Intervalo Probabilidad	Tipo de Muestra	Yacimiento	UE
KIA-11231	1290-1050	95.4%	Hueso	CLG	9
UTC-8141	1020-820	95.4%	Carbón	CLG	9
KIA-33837	820-740	80%	Hueso	CLG	9
KIA-33810	1690-1520	95.4%	Hueso	CLG	95
KIA-11223	1730-1520	95.4%	Carbón	CLG	95
KIA-11221	1760-1610	95.4%	Carbón	CLG	95
UTC-8145	1290-990	95.4%	Carbón	CLG	36
KIA-11242	1210-970	93.8%	Hueso	CLG	36
UTC-8146	1200-910	95.4%	Carbón	CLG	36
UTC-8144	1210-920	95.4%	Carbón	CLG	35
KIA-11239	845-790	93.6%	Hueso	CLG	18
KIA-17979	1160-970	93.7%	-	SM TI	70
KIA-19981	900-790	95.4%	Hueso	SM TI	70
KIA-33826	410-230	95.4%	Hueso	SM TI	23
UTC-10028	800-500	95.4%	Carbón	SM TI	26
KIA-33609	750-400	95.4%	Carbón	SM TIII	138
KIA-30648	1120-910	95.4%	Hueso	TSF	17
KIA-25585	1080-910	95.4%	Hueso	TSF	17
KIA-30652	1040-840	95.4%	Hueso	TSF	17
KIA-25203	760-410	95.4%	Hueso	TSF	9
KIA-30632	370-110	95.4%	Hueso	TSF	9
KIA-30649	410-200	95.4%	Hueso	TSF	9
KIA-30653	410-200	95.4%	Hueso	TSF	9
KIA-30646	390-200	95.4%	Hueso	TSF	9
KIA-30638	400-200	95.4%	Hueso	TSF	9
KIA-30650	370-180	95.4%	Hueso	TSF	9
KIA-30647	410-210	95.4%	Hueso	TSF	9
KIA-30641	410-230	95.4%	Hueso	TSF	9
KIA-30634	390-200	95.4%	Hueso	TSF	9
KIA-30642	370-170	95.4%	Hueso	TSF	9
KIA-30651	390-200	95.4%	Hueso	TSF	9
KIA-30639	410-230	95.4%	Hueso	TSF	9
KIA-30643	510-380	95.4%	Hueso	TSF	9
KIA-30644	520-380	95.4%	Hueso	TSF	9
KIA-30635	540-370	94.3%	Hueso	TSF	9

Introducción al área de estudio y periodización

Nº Laboratorio	Cal. BC. OxCal v.3.10	Intervalo Probabilidad	Tipo de Muestra	Yacimiento	UE
KIA-30640	400-200	95.4%	Hueso	TSF	9
KIA-25223	390-200	95.4%	Hueso	TSF	62
KIA-25224	350-50	95.4%	Hueso	TSF	44
KIA-30633	100BC-70AD	95.4%	Hueso	TSF	101
KIA-30659	360-90	95.4%	Hueso	TSF	101

CAPÍTULO 3

ESTRATEGIA DE MUESTREO Y MÉTODOS ANALÍTICOS

Introducción.

Como ya se señaló en el capítulo introductorio, la arqueometría cerámica se centra en la caracterización, tanto cualitativa como cuantitativa, del material arqueológico mediante la aplicación, normalmente, de técnicas de análisis físico-químicas. En términos más genéricos, la arqueometría debe entenderse como un proceso analítico donde se intentan conocer los rasgos de la cerámica con el objetivo de realizar una síntesis histórica partiendo de una serie de hipótesis específicas. Si bien para abordar sociedades pasadas la teoría es un punto de partida absolutamente necesario, toda interpretación del registro arqueológico debe basarse en el estudio exhaustivo de los artefactos, de sus cadenas operativas de fabricación y del análisis de sus contextos de producción y uso. Este estadio es absolutamente necesario, ya que el sustrato arqueológico es, en su esencia, material y es precisamente en este nivel de análisis donde la arqueometría puede tener un rol decisivo. En la práctica, la arqueometría resulta una opción analítica que permite extraer potencialmente una gran cantidad de información de cada muestra analizada. Ello permite abordar planteamientos de diversa índole, así como la combinación de un mayor número de datos para abordar el análisis interpretativo.

Se parte, por tanto, de ciertos planteamientos teóricos básicos, en nuestro caso el estudio de la tecnología cerámica a través del análisis de las pastas y las formas, para seleccionar la metodología, y especialmente en arqueometría cerámica, la combinación de las diversas técnicas analíticas que se van a utilizar para la obtención de datos (Jones 2004). Si bien en este estudio se va a abordar un análisis contextual, tipológico y morfo-métrico de las cerámicas, la investigación se ha centrado en el estudio de los procesos de fabricación, mantenimiento y deposición de la cerámica a través, fundamentalmente, del análisis arqueométrico de las pastas. El estudio de las pastas, ya sea a nivel cualitativo y/o cuantitativo, nos proporcionará cierta información tecnológica relacionada con las acciones que han desarrollado los individuos en relación a la gestión de los recursos. El estudio de pastas permitirá identificar, en última instancia, determinadas tradiciones tecnológicas mediante el estudio de la variabilidad en las técnicas y las estrategias productivas utilizadas (Spataro 2002: 35-36).

Los estudios de pastas se centran en definir las características físico-químicas de las vasijas concentrándose, normalmente, en el estudio de la composición mineralógica, química y textural de las piezas. Ello se debe a que, en la cerámica, la micro-estructura final está condicionada por la composición química y mineralógica de las materias primas utilizadas, las posibles alteraciones de la composición original derivadas de la adición o sustracción de componentes a la pasta, así como por la estrategia de cocción utilizada para obtener las piezas. Otros factores de considerable importancia son la granulometría de los distintos componentes y el grado de homogeneidad de la pasta, así como las características del entorno de deposición de la cerámica (Linares *et al.* 1983).

En este sentido, los análisis composicionales que pueden realizarse con una variada gama de técnicas y métodos resultan de suma importancia para abordar los rasgos de los propios objetos cerámicos. De este modo, se van a exponer en este capítulo las diferentes técnicas analíticas utilizadas para estudiar los materiales, su funcionamiento básico y las variables que se han registrado con las mismas, así como la importancia que tienen éstas en el estudio del registro arqueológico cerámico. La combinación de diversos métodos, como el análisis tipológico, textural, mineralógico, químico y paleontológico, resulta aconsejable y supone la aplicación de una aproximación científica más rigurosa. Ninguna técnica proporciona todas las respuestas que requiere el estudio de la cultura material, la información obtenida por una sola técnica es limitada e insuficiente para afrontar todos los aspectos tecnológicos de la cerámica. El estudio de la cerámica es multidisciplinar por lo que la combinación de métodos y perspectivas diferentes, como por ejemplo, la etnografía y la experimentación o la combinación de análisis químicos con otros petrológicos, proporcionará un mayor número de evidencias y permitirá incrementar la certeza de las conclusiones obtenidas (Gibson y Woods 1990: 19-23).

A continuación se procede, a explicar los criterios utilizados en la selección de muestras, para después abordar los métodos empleados. La estrategia de muestreo resulta un aspecto importante ya que también puede limitar o expandir el tipo de métodos y técnicas analíticas que se pueden aplicar potencialmente en el estudio de las cerámicas.

Al mismo tiempo, los criterios de selección de muestras van directamente relacionados con los planteamientos teóricos y los objetivos previamente establecidos, estando encaminados hacia la obtención de cierta información específica que nos permita abordar diferentes cuestiones como la funcionalidad de las piezas, su relación con el contexto y con determinados fenómenos socioculturales.

5. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MUESTRAS.

5.1. Selección de muestras.

Este trabajo tiene como eje principal el estudio de diversos materiales cerámicos procedentes de distintos yacimientos. Los criterios utilizados para la selección de las muestras analizadas tienen como objetivo la obtención de la mayor cantidad de información arqueológica posible dentro de las limitaciones existentes. Para ello, se han seleccionado un total de 198 muestras que se relacionan con diferentes tipos de materiales, yacimientos y cronologías. De éstas, 166 se asocian con vasijas, 25 con otro tipo de artefactos arcillosos y siete más se corresponden con diferentes arcillas del entorno. Este número de muestras puede considerarse suficiente para tratar de abordar los objetivos establecidos anteriormente, establecer diferencias diacrónicas y sincrónicas en el registro, así como asociaciones con estudios tipológicos y morfo-métricos (Riley 1982).

Como puede observarse, en este estudio se ha decidido realizar una conceptualización, desde el punto de vista de la ciencia de los materiales, abierta e integradora del concepto de cerámica (Banning 2005: 161). De este modo, autores como Kingery (1984: 172) han definido la cerámica “... *as the art and technology which consists of shaping and manufacturing products made from earthy materials, and the application of heat to these materials to form useful products*”. Ello nos lleva a considerar como cerámica a cualquier producto realizado con recursos minerales arcillosos sobre el que se ha aplicado calor. Esta definición implica expandir los estudios de cerámica hacia una variada gama de artefactos que también deben contemplar los estudios de arqueometría: adobes, barro de cubiertas, pesas de telar, revestimientos de arcilla, juguetes, aplicaciones corporales, materiales de construcción, etc. En todos estos casos se trata de un producto más o menos “...*manufacturado, de materia sólida, inorgánica, no metálica, conformado en frío y consolidado por el calor*” (Morales 2005: 187).

5.1.1. Cerámicas.

Se han seleccionado un total de 166 piezas cerámicas relacionadas con los cuatro yacimientos contemplados en el trabajo (Cuadro 5, Tablas 1-4). En lo que se refiere a la estrategia de muestreo utilizada para considerar las vasijas cerámicas debemos señalar que los criterios de selección de materiales, recogidos en distintas publicaciones (Spataro 2002: 36 y 2006), han consistido en:

a) Muestras que representan niveles de ocupación y secuencias estratigráficas bien contextualizadas temporalmente, fechadas a partir de dataciones radio-carbónicas y/o métodos indirectos, como la utilización de fósiles directores, que en nuestro caso consiste, principalmente, en la cerámica a torno y en el contexto arquitectónico en el que se hallaron las muestras. Sólo se han seleccionado piezas con una cronología bien establecida. En total, hemos podido analizar un total de 191 muestras arqueológicas, de cada yacimiento se han estudiado al menos 25 muestras. Sin embargo, al focalizar nuestro estudio en la zona de *Santa Ponça*, se han estudiado un mínimo de 50 muestras de cada uno de los yacimientos relacionados con esta localización.

b) Materiales cerámicos que proceden de excavaciones en las que se han utilizado metodologías que nos permiten conocer la ubicación espacial exacta de las piezas que se han analizado, y en algunos casos como en *Son Ferrer*, incluso la localización de los distintos fragmentos que la componen. Sólo se han seleccionado yacimientos excavados recientemente o aquellos donde se han utilizado estrategias de excavación adecuadas y además las memorias de excavaciones son completas y están publicadas en su práctica totalidad. Este punto es fundamental para poder contextualizar de forma precisa el registro analizado, aspecto que resulta elemental en su interpretación así como para establecer futuros trabajos que estudien la relación de las piezas con el resto de la cultura material con la que se asocian.

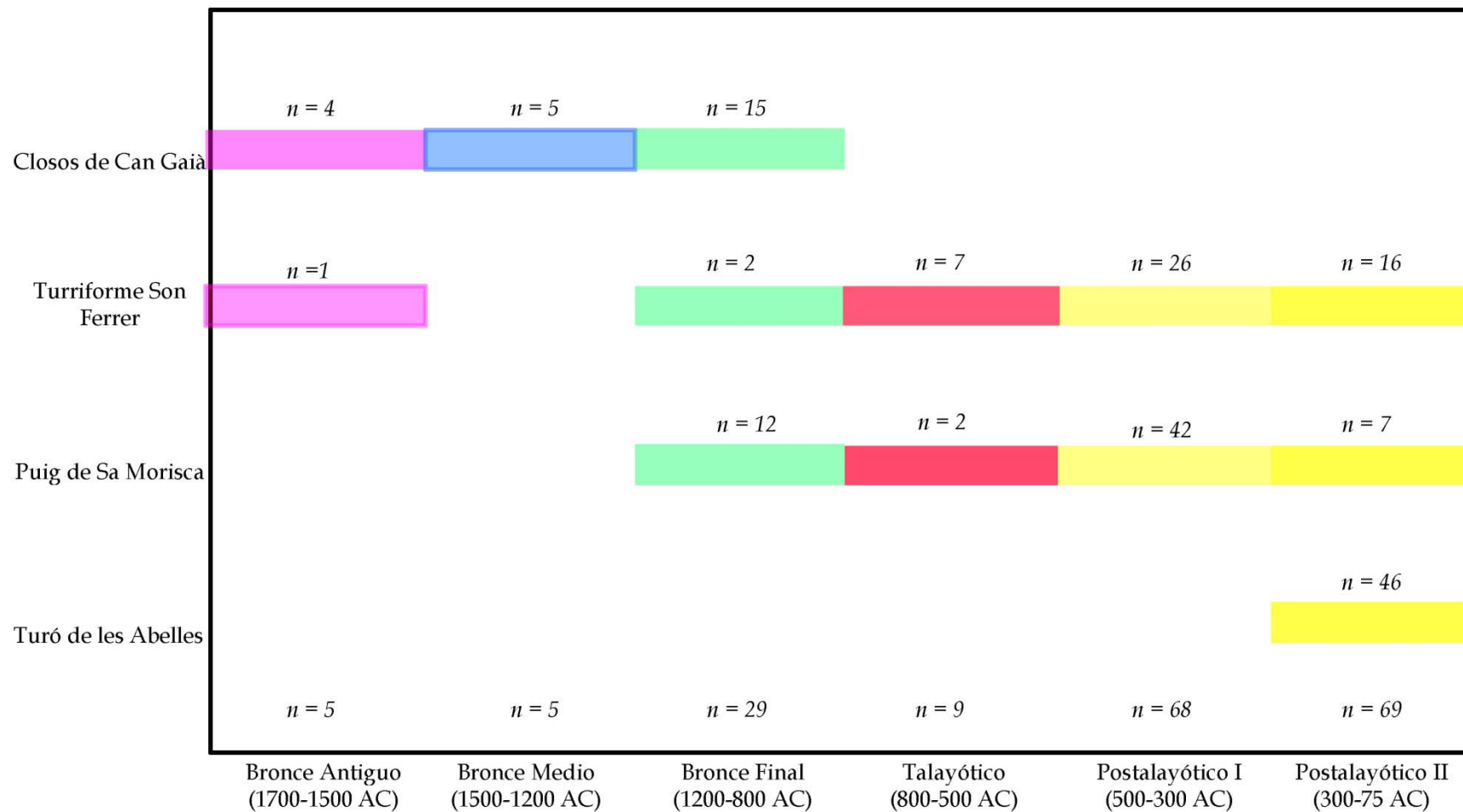
c) Fragmentos cerámicos asociados a formas ya que el análisis de una forma siempre nos proporcionará más información que el análisis de un fragmento amorfo. Los fragmentos amorfos tan solo representan subdivisiones accidentales de las cerámicas por lo que no constituyen unidades significativas de la misma. En definitiva, los fragmentos no nos proporcionarán los datos necesarios para abordar adecuadamente la tecnología de las piezas (Arnold 1984; Van As 1984). Por un lado, si se pretende abordar la variabilidad del registro cerámico resulta más acertado seleccionar muestras que pertenezcan, sin ningún tipo de dudas, a distintos individuos cerámicos, algo de lo que no podemos estar siempre seguros seleccionando fragmentos amorfos. Por otro, una de las finalidades del estudio de la cerámica, a medio y largo plazo, consiste en realizar inferencias entre la tecnología de fabricación y la tipología (Gibson y Woods 1990: 23), así como evaluar el tipo y el grado de correspondencia que hay entre estas variables y su posible relación con la función morfo-potencial de las piezas. Ello requiere que las piezas analizadas vayan asociadas a formas. En nuestro caso podemos distinguir dos procedimientos, por un lado, se han podido analizar 67 fragmentos asociados a piezas cerámicas con un perfil superior al 75% (Calvo *et al.* 2004), la mayoría de ellas procedentes de niveles postalayóticos de yacimientos como el *Turó de les Abelles* y el turriforme de *Son Ferrer*. Por otro lado, las 100 formas cerámicas restantes se asocian a piezas con un perfil inferior al 75%. En estos casos, hemos tratado de consensuar el análisis de las distintas pastas con la posibilidad de analizar piezas adscritas a distintas tipologías y cronologías estando éstas, además, asociadas a formas lo más completas posible. Por lo general, dentro de este grupo, se sitúan las piezas de cronologías más antiguas procedentes de las excavaciones efectuadas en *Closos de Can Gaià* y en *Puig de Sa Morisca*.

d) Criterios cronológicos: Por un lado, las cerámicas seleccionadas cubren un amplio espectro cronológico abarcando desde el Bronce Antiguo hasta momentos inmediatamente posteriores a la conquista romana de la isla (Cuadro 5). Esta estrategia permite realizar aproximaciones a las características de la producción de cerámicas en distintos periodos y aproximarnos al cambio y el mantenimiento de tradiciones tecnológicas a nivel sincrónico y diacrónico.

Por otro lado, se ha focalizado, prioritariamente, el estudio de las producciones prehistóricas en la zona de *Santa Ponça*, donde el registro se inicia en el Bronce Final pero la amplia mayoría de las muestras seleccionadas se relacionan, sobre todo, con niveles de la II Edad del Hierro (Postalayótico 500-75 BC). En este caso, el registro adscrito a diferentes yacimientos se ha seleccionado con tal de poder abordar, exhaustivamente, la producción de cerámica en un territorio concreto, en contextos funcionalmente diferentes y en un periodo muy acotado cronológicamente.

e) Finalmente, se ha dado también prioridad al estudio de pastas y formas atípicas que se habían detectado, bien macroscópicamente durante el proceso de excavación y/o la gestión de los materiales en el laboratorio, o bien mediante el examen previo de las cerámicas mediante lupa binocular de hasta 40x. Ello ha permitido realizar un estudio que comprenda también la diversidad de las pastas que están presentes en los distintos yacimientos.

Cuadro 5. Cronología de las muestras arqueológicas seleccionadas.



5.1.2. Otros materiales arcillosos.

En consonancia con otros estudios arqueométricos (Capel 1977, 1983, 1985 y 1986; Sofaer 2006; Spataro 2006; Szákmany y Starnini 2007; Carmona *et al.* 2008; Starnini y Szakmány 2009; Kovács *et al.* 2009; Gherdan y Horváth 2009), también se ha tenido en consideración otros tipos de artefactos cerámicos menos usuales como pesas de telar, adobes y otros materiales de construcción que han sido también analizados. Este aspecto resulta interesante ya que se constata en el continente, al menos desde sociedades neolíticas, la explotación diferencial de variados recursos arcillosos en función del uso que va a tener la materia prima (Martineau *et al.* 2007; Di Pierro 2003; Bonzon 2003; Taubald 2009; Starnini y Szakmány 2009; Kovács *et al.* 2009). El estudio de materiales diversos, nos permite extraer nuevas conclusiones y abordar cuestiones de diferente índole relacionadas con la gestión de los recursos y la tecnología que muestran los artefactos. Como ya han señalado otros autores, sólo se podrán afrontar la complejidad de los procesos relacionados con la tecnología cerámica a través de la comparación de los materiales y técnicas usados en la producción de vasijas frente a los utilizados para fabricar otro tipo de artefactos. Ello permite enriquecer el entramado de interrelaciones y transferencias de ideas que se producen entre distintas tecnologías (Tite 1999, 2008).

En este trabajo se utiliza, entonces, un concepto de cultura material amplio donde la génesis del objeto no se inicia con la transformación sino con su selección y/o uso. Ello implica que para que un objeto pueda ser considerado un útil se requiere que dicho objeto sea utilizado y/o que esté pensado para ser utilizado, independientemente de si está o no manufacturado (Calvo 2002a). Como señalan Carreras y Nadal (2003: 71) ello supone “...*la incorporación dentro del término objeto no sólo el elemento modificado antrópicamente de forma intencionada, sino de todo aquello que conscientemente es seleccionado y a veces utilizado por los individuos de nuestra especie para interactuar con el medio que los envuelve, donde se debería entender no solo el espacio físico, sino también el resto de seres vivos incluidos los de su propia especie*”.

En total se han analizado 25 muestras arcillosas no cerámicas relacionadas con distintas cronologías, funciones y yacimientos que pueden sintetizarse en (Tabla 9):

a) Material de cubiertas arquitectónicas ($n = 11$).

La utilización de aplicaciones de tierra constituye uno de los métodos constructivos más usuales desde el neolítico para conseguir cubiertas de estructuras que sean impermeables. Su uso suele detectarse fácilmente por la presencia de fragmentos de barro con improntas vegetales. Esta técnica constructiva se conoce en las Baleares desde el Calcolítico. Los primeros indicios de la gestión de materias primas con fines arquitectónicos e impermeabilizantes se documentan en los yacimientos de *Son Oleza* y *Son Baduia* (Valldemossa). También en el Bronce Antiguo, en la estructura navetiforme *Alemany* (Calvià), se documentaron fragmentos de arcilla con improntas de cañas y esteras asociadas a su uso para impermeabilización de la cubierta. Se trataría de nódulos de barro de unos 8 cm de grosor mínimo que impiden la filtración de agua (Guerrero *et al.* 2007). Finalmente, durante la Edad del Hierro se documentaron en la casa 10 de *Ses Païsses* (Guerrero 1999: 35).

Estas muestras arcillosas con improntas de cañas han podido detectarse y estudiarse en varios de los yacimientos estudiados. Las muestras seleccionadas proceden de los niveles de derrumbe del techo del Navetiforme I de *Closos de Can Gaià* ($n = 6$) (García Amengual 2006), de la Torre I del *Puig de Sa Morisca* ($n = 4$) y del patio porticado del *Turó de les Abelles* ($n = 1$), donde aparecieron restos de estos materiales entre las cuadrículas III y VIII del Sector 1 (Camps y Vallespir 1998: 47).

b) Adobes ($n = 7$).

Se trata de adobes hallados en las recientes excavaciones centradas en la vertiente oeste del poblado del *Puig de Sa Morisca* ($n = 6$) y, por otra parte, de la Habitación 1 del *Turó de les Abelles* ($n = 1$). El adobe (TSB-4/66) se halló en el suelo rocoso de la habitación 1, en el cuadro IX-E. Sus dimensiones son aproximadamente 41.5 x 18 x 14 cm. Este adobe es de barro rojizo-marrón claro con aspecto depurado y está sin cocer. De todas formas parece, según los arqueólogos, que la ubicación original de este adobe debió situarse en otro sector y, por motivos de movimientos postdeposicionales, apareció en el Sector 4. Este tipo de adobes son comunes como material constructivo en el mundo púnico y se ha constatado su presencia en la isla de Ibiza (Camps y Vallespir 1998: 102, 108).

c) Pesas de telar ($n = 2$).

Son pesas de telar, halladas en la Habitación 1 ($n = 2$) y en los exteriores de la Habitación 3 ($n = 1$) del *Turó de les Abelles*, de barro ligeramente cocido con tipología lenticular y perforación en el centro. La amplia mayoría de las pesas se concentraban en el Sector 4, mientras que se hallaron de forma marginal y aislada algunas pesas en los sectores 8 y 9. Una de las dos pesas disponibles para análisis procede de la Habitación 1 (TSB-4/43) tiene 8.5 cm de diámetro, 4.7 cm de altura y el orificio tiene un diámetro de 1.4 cm. La pasta marrón-amarilla está degradada en su superficie por desconchados y se presenta poco depurada, con pequeños nódulos rojos. La otra pesa de telar disponible para análisis procede de los exteriores de la Habitación 3 (Sector 8), tiene 9.8 cm de diámetro, y 4.3 cm de altura. La pasta es marrón claro con nódulos o inclusiones rojas y muestran desconchados en la superficie y una pasta interestratificada.

Pesas de telar o fusayolas parecidas han aparecido también en yacimientos como *Ses Paises* (Aramburu y Hernández 2005: 142). A pesar de haberse asociado con la actividad textil, algunos autores (Camps y Vallespir 1998) también han contemplado que pudieran ser pesas para redes de pesca. En este estudio mantendremos su denominación como pesas, dado que son artefactos de escasa dureza y resistencia al agua, además en sociedades prehistóricas que practican pesca se suelen utilizar cantos rodados perforados (Starnini y Szakmány 2009). Resulta interesante señalar que *Ses Paises* se sitúa lejos de la costa lo que podría evidenciar que éstas no son utilizadas para la pesca.

d) Ecofactos de arcilla.

También se han analizado determinados ecofactos de barro que mostraban señales de haber sido manipulados ($n = 3$). Dos de ellos procedentes de los exteriores de la Habitación 3 del *Turó de les Abelles*. Por un lado, la muestra TSB-8/77 de 9 cm de longitud y con improntas vegetales y un ecofacto (TSB-8/78) de arcilla no cocida de 8.5 cm de longitud que presenta indicios de un primer gesto de amasado, mostrando una acanaladura central. Por otro lado, se ha seleccionado un artefacto con señales de sometimiento a la acción del fuego procedente de la cista del poblado naviforme de *Closos de Can Gaià*.

e) Pica.

Se han considerado muestras de una supuesta pica de arcilla localizada en la Habitación 4 del *Turó de les Abelles*. Según los arqueólogos se trata de una pica de barro compactado sin cocer, de forma circular de 0.5-0.6 m de diámetro y con una profundidad de entre 10 y 15 cm. Esta pica estaba calzada con fragmentos de cerámica (Camps y Vallespir 1998: 82). Asociadas a la misma, se documentaron varias ánforas greco-italicas apoyadas en la pared colindante con el sector 1 y otras púnicas ebustitanas ligadas a los tipos PE-22 y PE-16/T-8.1.3.1. También estaban presentes varias cerámicas realizadas a mano, algunas de ellas estudiadas aquí.

5.1.3. Arcillas del entorno.

Finalmente, para acabar de explicar la estrategia de muestreo, señalar que se ha dedicado un capítulo al estudio espacial, analítico y experimental de las arcillas potencialmente utilizables en la producción alfarera del entorno de la península de Calvià. De esta manera, se han seleccionado ocho muestras arcillosas procedentes de seis formaciones con diferentes características geomorfológicas. El estudio de las arcillas del entorno es complementario al análisis de la cerámica arqueológica y nos proporciona un marco de referencia con el que abordar la interpretación de la significación de las acciones realizadas en la producción y comprender las estrategias de gestión de los recursos minerales. Los criterios de selección de las muestras arcillosas del entorno han consistido en parámetros espaciales, etnográficos, físicos y geomorfológicos. Posteriormente, trataremos este tipo de aproximaciones con mayor profundidad.

5.1.4. Problemas metodológicos en la estrategia de muestreo.

Una vez explicados los criterios de muestreo hay que señalar que, al margen de esta primera intención, se han presentado varios problemas coyunturales que limitan una selección ideal de las mejores piezas.

Éstos son problemas generalizados en los estudios arqueométricos²³ donde el tipo de muestras disponibles implica también que los datos resultantes se alejen de lo ideal desde un punto de vista analítico. Por un lado, hay que ser conscientes que en cualquier investigación arqueométrica las posibilidades analíticas están limitadas necesariamente por la infraestructura y la financiación disponible, donde a menudo, se utilizan instrumentos que se utilizan también para otras disciplinas científicas (Pollard *et al.* 2007). Ello implica que “...researchers will often be tied to the methods and procedures of the participating laboratory, and this includes the variables measured by the technique used. In this sense, variable selection is ubiquitous, unavoidable and beyond the control of the researcher.” (Baxter y Jackson 2001: 1).

Por otro lado, dado el carácter destructivo de muchos análisis arqueométricos, existe una confrontación entre los conservadores de los museos y los investigadores. Podemos resumir el debate en la preponderancia de criterios conservacionistas y de la materialidad sobre las investigaciones científicas que tienen como objetivo final generar conocimiento sobre los seres humanos a partir de dicha materialidad. Esta controversia está favoreciendo, por un lado, el desarrollo de métodos y técnicas no destructivas en arqueometría pero, por otro lado, también está limitando la precisión y el tipo de información obtenida de las muestras contempladas para análisis, especialmente de aquellas procedentes de fondos museísticos. Esta dinámica acaba afectando a las posibilidades de la disciplina arqueométrica para actuar con todo su potencial científico. En realidad, se trata de un debate carente de sentido, por un lado, incrementar la información disponible acerca de los objetos y de las propias personas permite realizar mejores interpretaciones del pasado, favoreciendo la posibilidad de generar mejores dinámicas a nivel museístico. Por otro lado, los análisis que se realizan con técnicas arqueométricas pueden permitir al mismo tiempo, que los restauradores posean información composicional sobre los artefactos que puede ser de gran utilidad para diseñar estrategias más eficaces de restauración y conservación de los bienes arqueológicos. En este sentido, en una situación ideal los propios museos deberían disponer de las técnicas adecuadas para analizar distintos tipos de muestras (Cuomo Di Caprio 1984: 180; Janssens *et al.* 2000; Scott 2001; Maniatis 2004; Pollard *et al.* 2007; Trojanowicz 2008; Emami *et al.* 2008; Cristiani 2009).

²³Este problema fue ya expuesto por varios investigadores en el VII y VIII Congreso Ibérico de Arqueometría (Teruel, Octubre 2009).

Uno de los objetivos que se pretendía realizar en este trabajo era iniciar el estudio arqueométrico de materiales bien contextualizados procedentes de excavaciones antiguas pero ya descartados para su investigación. Los conjuntos cerámicos de estos yacimientos permanecen almacenados en los fondos museísticos del Museo de Mallorca. Nos referimos a las vasijas de yacimientos, como por ejemplo el *Turó de les Abelles*, que son excepcionales, excavados en la década de los 70 y que han sufrido la carencia de estudios de pastas, prácticamente inexistentes en España en el momento de su investigación. El reestudio de estas cerámicas supone poner al día materiales que son singulares por su contexto y grado de conservación. En nuestro caso, esta intención analítica estuvo afectada por las posibilidades de seleccionar las piezas que estaban mejor conservadas. Dado el carácter destructivo de algunas de las técnicas utilizadas, las muestras del *Turó de les Abelles* no han podido contemplar todas las piezas de perfil completo existentes. Estas piezas están depositadas en el Museo de Mallorca y la selección de muestras de este yacimiento tuvo que realizarse de forma consensuada con la conservadora del museo. Sólo pudieron seleccionarse fragmentos asociados a piezas donde su extracción no suponía ninguna carencia para el posterior proceso de restauración. Por otro lado, sí se recuperaron los fragmentos sobrantes de las piezas ya restauradas lo que permitió aumentar sustancialmente el número de piezas con perfil completo analizadas.

Por otro lado, otro de los aspectos que han determinado el número y el tipo de las analíticas a realizar en cada una de las muestras se relaciona con la cantidad de muestra disponible. A menudo, las muestras a disposición del investigador son pequeñas, están asociadas a registros con un alto grado de fragmentación o bien se presentan muy degradadas (Pollard *et al.* 2007). A pesar de que se ha tratado de economizar al máximo con la gestión de las muestras, por ejemplo, aprovechando el polvo obtenido de las muestras ya utilizado en los análisis de DRX para realizar, posteriormente, los análisis de FRX, la cantidad de muestra disponible ha sido en algunos casos limitada.

Ello ha sucedido, como ya habían indicado algunos autores (Castro *et al.* 1997), especialmente, con las piezas adscritas a las cronologías más antiguas, como las de los niveles de la Edad del Bronce de los distintos yacimientos contemplados. Esencialmente, son muestras del poblado naviforme de *Closos de Can Gaià*, el turriiforme escalonado de *Son Ferrer* y la Torre I del *Puig de Sa Morisca*.

También se produce esta limitación en varias piezas de perfil completo restauradas procedentes del *Turó de les Abelles*, donde la cantidad de material sobrante tras la restauración era muy escaso. Aún así, dada la gran cantidad de información arqueológica disponible al ser piezas enteras, se ha decidido incluirlas en el estudio.

Este aspecto, relacionado con la cantidad de muestra disponible para análisis, es importante ya que revierte directamente en algunas cuestiones, como la propia dinámica del muestreo y los métodos instrumentales potencialmente utilizables. De este modo, existe controversia respecto al grado de representatividad que tienen los fragmentos seleccionados respecto al conjunto de la pasta cerámica que se está contemplando. En gran medida, el grado de representatividad de la muestra analizada estará fuertemente condicionado por el grado de homogeneidad de la pasta (Betts 1982; Darvil y Timby 1982). En casos donde las cerámicas son heterogéneas es recomendable aumentar el número de muestras por pieza. Sin embargo, la repetición del análisis en distintas partes de una misma pieza es limitada en estrategias de muestreo como la utilizada, donde existía, en muchos casos, escasa cantidad de muestra disponible.

Como diversos autores han señalado (Weymouth 1973; Gibson y Woods 1990: 24; Spataro 2002: 38), las cerámicas prehistóricas cocidas a bajas temperaturas y con un alto grado de porosidad, poseen un mayor grado de heterogeneidad en sus pastas. Esta variabilidad interna se deriva de la utilización de pastas groseras, materias primas más o menos heterogéneas en origen y una escasa especialización de los procesos de preparación de las pastas. Este tipo de pastas contrastan con otras producciones más estandarizadas, normalmente realizadas a torno, donde las pastas son mucho más finas y homogéneas. Por tanto, en las cerámicas analizadas, al ser producciones realizadas a mano, debemos considerar y aceptar que los análisis realizados reflejan sólo un segmento determinado de área más o menos representativo de la composición de la cerámica y no a la vasija en su conjunto. Este hecho puede comprometer, en algunos casos, la comparación de datos cuantitativos entre distintas muestras y entre diferentes tipos de análisis.

En este sentido, hemos considerado un precepto geológico que se basa en el presupuesto que dos segmentos de una pieza pueden presentar ciertas diferencias, pero serán más parecidos entre sí que los segmentos procedentes de otras piezas. El grado de similitud y diferencia observadas vendrá determinado por la semejanza en las materias primas utilizadas y los procesos de fabricación utilizados para confeccionar las piezas así como su entorno de deposición.

Además de condicionar el grado de representatividad del análisis de la cerámica, la escasa cantidad de muestra disponible, en muchos casos, ha condicionado el número de técnicas aplicables en cada caso y, por tanto, el tipo de información obtenida de cada muestra. Es decir, no hemos podido aplicar la totalidad de las técnicas a todas las muestras, si bien sí se han podido aplicar a un alto número de individuos por lo que la información obtenida en conjunto ha sido suficiente para interpretar los datos. También algunos de los procedimientos seguidos en los métodos utilizados, que se detallarán a continuación, se ajustan necesariamente a este problema de la cantidad de muestra.

6. TÉCNICAS Y MÉTODOS.

La observación macroscópica del registro arqueológico cerámico resulta un aspecto esencial de la investigación y es indispensable en el estudio de múltiples aspectos de la cerámica, como el modelado, la tipología y el estilo. Sin embargo, como se ha señalado en la introducción, la aplicación de análisis microscópicos y composicionales son vitales para abordar la tecnología y el estudio de las pastas cerámicas, realizar clasificaciones de los productos y relacionarlos con distintas estrategias tecnológicas (Cuomo Di Caprio 1984: 182; García Rosselló 2008).

Desde un punto de vista analítico, la caracterización arqueométrica de los atributos de la pasta, de la composición mineralógica, textural y química, nos va a proporcionar una rutina analítica con la que establecer una serie de fábricas cerámicas asociadas a determinados rasgos tecnológicos. Para establecer una fábrica es necesario abordar tanto el estudio de la matriz como de los desgrasantes y/o inclusiones que componen el cuerpo cerámico. En este sentido, se han utilizado diversos métodos con tal de abordar el estudio de la pasta cerámica en su conjunto. Se ha tratado de seguir un procedimiento lo más sistemático posible. Se ha iniciado con un examen macroscópico y con binocular de las piezas para después pasar a realizar análisis mineralógicos y químicos de las muestras. Finalmente, se ha realizado, en base a los resultados obtenidos, el estudio petrográfico, así como el análisis con microscopio electrónico de barrido (Riley 1982; Spataro 2002: 36-37).

Para la consecución de nuestros objetivos se ha optado por la aplicación sistemática de varias técnicas e instrumental analítico que proporcionan información complementaria entre sí (Cuadro 6).

Este procedimiento donde se implementan distintas y variadas técnicas de análisis es el usual en arqueometría (Turbanti 2004; Spataro 2006), y proporciona evidencias y datos más sólidos y contrastables. De esta manera, hemos utilizado las siguientes técnicas analíticas para estudiar la composición de la cerámica a distintos niveles:

- 1) Estudio mineralógico: Difracción de Rayos X (DRX), Análisis Petrológico (AP) y Microscopio Electrónico de Barrido (SEM-EDX).
- 2) Estudio químico: Fluorescencia de Rayos X (FRX), SEM-EDX.
- 3) Estudio de texturas: Análisis de Imagen (AI), AP, Difractometría Láser.
- 4) Estudio de microfósiles: SEM, AP.

De este modo, cada técnica citada anteriormente y los distintos tipos de estudios abordados nos proporcionan información relacionada con distintos aspectos de la producción cerámica como:

- a) Origen de las materias primas: FRX, DRX, AP.
- b) Depuración de la pasta: AI, AP.
- c) Adición de desgrasantes: AI, AP, DRX, FRX.
- d) Mezclas de arcilla: AI, AP,
- e) Modelado: Lupa binocular, AP
- f) Tratamientos de superficie: AI, AP, SEM-EDX.
- g) Cocción: AI, AP, DRX, SEM, FRX, ATD-TGV-DSC.
- h) Fases post-deposicionales: AI, AP, DRX, SEM, FRX.

Cuadro 6. Descripción con el número y tipo de muestras seleccionadas de cada yacimiento así como el número de analíticas de diverso tipo que se han realizado (*Análisis realizados por el Dr. M. A. Cau y la Dra. E. Tsantini).

Yacimiento	Muestras	DRX	FRX	AI	LD	SEM	Total	Piezas con perfil >75%	Piezas con perfil <75%	Materiales no cerámicos
<i>Son Ferrer</i>	52	28	43*	37	43*	-	151	30	22	-
<i>Puig de Sa Morisca</i>	63	42	53	48	22	7	167	4	49	10
<i>Turó de les Abelles</i>	51	46	45	36	16	1	143	32	11	8
<i>Closos de Can Gaià</i>	25	25	20	11	7	4	66	-	18	7
<i>Arcillas</i>	7	7	1	5	2	-	15	-	-	7
Total	198	148	162	137	90	12	562	66	100	32

6.1. Análisis de texturas.

Como se indicaba más arriba, la cerámica se compone de matriz fina, inclusiones y, en algunos casos, desgrasantes. La matriz fina es una fase más o menos continua donde se sitúan otros componentes como las inclusiones, los desgrasantes o las concreciones. Las inclusiones son partículas no-plásticas que están de forma natural en las arcillas, mientras, los desgrasantes son anti-plásticos añadidos intencionalmente por los alfareros. A pesar de esta distinción, ambos componentes forman parte de la fracción o matriz gruesa de la pasta. Los estudios de texturas hacen referencia, precisamente, a las inclusiones y los desgrasantes, dividiéndolos según su frecuencia, tamaño, ordenación y esfericidad (Echallier 1984; Rice 1987: 410; Gibson y Woods 1990: 255; Orton *et al.* 1993; Velde y Druc 1999: 140-176; Spataro 2002: 37; Morales 2005: 74; Potter *et al.* 2005; Livingstone-Smith 2007: 16-18).

Determinar el tipo, la cantidad y el tamaño de los componentes de la matriz gruesa presentes en las pastas resulta trascendental. Por un lado, el estudio de estas partículas no plásticas nos aproxima al proceso de producción de la cerámica ya que, normalmente, son necesarias para consolidar la estructura de la pasta a la hora de modelar la pieza. También, previenen de la aparición de fracturas durante las fases de secado y cocción de las piezas y son indispensables para que la vasija conserve la forma y tenga cierta resistencia mecánica. En este sentido, la textura de una pieza tiene importantes implicaciones en el resto de las operaciones que se realizan durante el proceso de fabricación. Por otro lado, el estudio de la textura también nos ayuda a determinar la funcionalidad potencial de la cerámica. A través del estudio textural se puede conocer qué cualidades tiene la cerámica en relación a ciertas variables como la resistencia a la abrasión o al impacto, la efectividad calorífica, etc. (Echallier 1984; Bronitsky y Hamer 1986; Rice 1987: 410; Skibo *et al.* 1987; Gibson y Woods 1990: 255; Orton *et al.* 1993; Druc 1996; Velde y Druc 1999: 140-176; Spataro 2002: 37; Duitama *et al.* 2004, Banning 2005: 164; Morales 2005: 74; Potter *et al.* 2005; Livingstone-Smith 2007: 16-18).

El análisis de la matriz gruesa tiene también como objetivo precisar las diferencias o las semejanzas que hay entre cerámicas que tienen una composición mineralógica similar. Las variaciones en el tamaño, la forma y proporción de los antiplásticos, nos puede ayudar a agrupar y caracterizar tecnológicamente cerámicas con un origen similar o que se han realizado con técnicas y materiales muy parecidos. En definitiva, el estudio de texturas va a resultar especialmente eficiente y significativo en casos en los que están presentes fábricas con texturas sensiblemente diferentes (Betts 1982; Darvil y Timby 1982; Middleton *et al.* 1985; Gibson y Woods 1990: 255; Spataro 2002: 38).

6.1.1. Análisis de texturas: breve estado de la cuestión.

Ya desde la década de los ochenta diversos autores revisaron el potencial de este tipo de análisis y se dedicaron a tratar los detalles de los procedimientos empleados²⁴. Hasta la reciente aparición del análisis de imagen, el estudio de la textura de la pasta cerámica se ha venido realizando, básicamente, con dos tipos de procedimientos. Por un lado, de forma cualitativa a partir de tablas comparativas que se han desarrollado desde los estudios sedimentológicos. Por otro lado, de forma semi-cuantitativa a partir de un tedioso proceso de cuenta y medida manual e individual de un número determinado de granos de cada tamaño presentes en el fragmento cerámico.

En este último procedimiento ha existido, tradicionalmente, una gran controversia relacionada con la cantidad de granos que deben considerarse y medirse para dotar de significación y validez al estudio textural. Al haber una enorme cantidad de granos para contar este procedimiento requiere de grandes cantidades de tiempo, de modo que muchos investigadores han optado por analizar sólo una muestra de esos granos, triturar los fragmentos con el objetivo de extraer los granos para contarlos o dibujarlos para después medir su frecuencia (Hamilton 1977; Streeten 1982; Capel 1986).

²⁴ Ejemplos de los distintos métodos utilizados o las problemáticas asociadas los tenemos en Capel *et al.* 1982; Darvil y Timby 1982; Betts 1982; Streeten 1982; Middleton *et al.* 1985; Gibson y Woods 1990: 18-20; Matthew *et al.* 1991; Tucker 1991; Orton *et al.* 1993: 162; Barrachina Ibañez 1998; García Heras *et al.* 2001; Soltman 2001; Rafferty y Galaty 2002; Spataro 2002: 38; Cremonte *et al.* 2003; Cau *et al.* 2004; Livingstone 2007: 16; Livingood y Cordell 2009.

Tradicionalmente, en este tipo de análisis, se han considerado más significativas a aquellas mediciones que contaban con un número mayor de granos, especialmente a partir de 200 individuos. Sin embargo, podemos considerar que a partir de 50 granos obtenemos una visión representativa de la textura (Peacock 1971; Betts 1982; Darvil y Timby 1982, Kilmurry 1982; Streeten 1982; Middleton *et al.* 1985; Middleton *et al.* 1991; Sauer y Gassner 2009).

Dentro del análisis semi-cuantitativo existen distintas formas y soportes desde los que enfocar el análisis de los granos de la matriz gruesa. El procedimiento en ambos casos consiste en dividir la muestra en diversos segmentos o cuadrantes para después estimar la cantidad de granos de diferentes tamaños presentes en cada uno de ellos. Por un lado, se pueden establecer los rasgos texturales de las pastas identificando individualmente cada fase mineral presente en la fracción gruesa. Esta aproximación requiere de la realización del análisis mediante microscopio petrográfico, ya que la utilización de un microscopio estereoscópico resulta más limitada²⁵ para esta finalidad. Sin embargo, esta técnica presenta también algunos inconvenientes ya que el procedimiento de seccionamiento de la pieza puede minimizar la presencia de aquellos granos de mayor tamaño, especialmente si éstos son mayores que el grosor de las láminas delgadas, existiendo, por tanto, problemas de representatividad de la sección. Por otro lado, otro tipo de aproximación (Polvorinos del Río *et al.* 2001a), consiste en analizar la distribución del tamaño de los granos de todos los anti-plásticos en conjunto, independientemente de su composición mineralógica y distinguiendo simplemente entre las que son de tipo orgánico y mineral. Este tipo de aproximaciones son las que pueden realizarse, normalmente, a través de una lupa binocular.

El desarrollo de la ciencia computacional ha proporcionado a la arqueología de una serie de herramientas capaces de desarrollar nuevas metodologías más precisas y menos costosas con las que abordar el análisis del registro. Este desarrollo ha posibilitado abarcar los materiales desde una óptica esencialmente cuantitativa de sus atributos, permitiendo un mejor registro de datos y una comparación más precisa de los mismos.

²⁵ La identificación de la mineralogía utilizando el binocular, en la mayoría de los casos, puede presentar, sin un estudio previo con las técnicas citadas, un mayor margen de error (Capel y Delgado 1978; Buxeda *et al.* 1991; Roux y Courty 1999; Olaetxea 2000; Soltman 2001).

Actualmente, el estudio de la textura puede realizarse de manera sistemática mediante el análisis digital de imágenes acoplando un captador de imagen, bien sea a un microscopio petrográfico o estereoscópico, y utilizando un software especializado. Métodos automatizados, como el análisis de imagen, nos proporcionan rápida y eficazmente una descripción numérica más completa referida al tamaño, la forma, el color y la posición de los objetos que se registran en una imagen.

Diversos autores²⁶ han resaltado la utilidad que el análisis de imagen tiene en el registro de cerámica y en diversos estudios arqueométricos, especialmente en los texturales. Los datos generados por este método, permiten una comparación entre distintas muestras donde se relacionen los diferentes rangos de tamaño y los porcentajes de partículas presentes en cada uno de ellos. El cálculo de parámetros texturales cuantitativos, tales como porcentaje, área y perímetro de las partículas, resulta, por tanto, complementario al estudio petrográfico tradicional. Además de poder caracterizar texturalmente las pastas cerámicas, el análisis de imagen se muestra como un método potencialmente eficaz para determinar, en muchos casos, si se ha utilizado más de una arcilla en la fabricación de una pieza o detectar la presencia de desgrasantes. Ello se realiza a partir de particularidades en el tipo, tamaño y frecuencia de los anti-plásticos (Velde y Druc 1999: 144-150, 197; Velde 2000 y 2005).

Como podemos observar, se pueden utilizar variados procedimientos de análisis para determinar la textura de muestras cerámicas en arqueología, todos tienen ventajas y desventajas y requieren de diferente grado de preparación de muestras, de formación del investigador, así como de recursos humanos y materiales. En gran parte de los estudios citados se trabaja con lámina delgada, mientras en otros se trabaja con el mismo fragmento o con microscopio estereoscópico. Los datos obtenidos del análisis pueden ser de tipo cualitativo, semi-cuantitativo o cuantitativo.

²⁶Velde y Druc 1999: 198; Pijoan *et al.* 1999, 2002 y 2003; Gallart y Mata 1999; Orton *et al.* 1993: 162; Adán *et al.* 2003; Middleton *et al.* 1985; Fieller 1991; Tucker 1991; García del Amo 2000; Polvorinos del Río *et al.* 2001; Singh y Singh 2002; Polvorinos del Río 2001; Polvorinos del Río *et al.* 2001, 2003; Sestier *et al.* 2003; Polvorinos del Río *et al.* 2005; Petro Balaguer 2006; Livingstone 2007: 16; Morzadec 1993: 19; Reedy 2008; Livingood y Cordell 2009.

6.1.2. Procedimiento utilizado: análisis de imagen.

De acuerdo con otros estudios (Capel *et al.* 1982; Cuomo Di Caprio 1984: 187; Buxeda y Tsantini 2009), el análisis textural sobre 133 vasijas se ha realizado con binocular utilizando directamente el fragmento cerámico visualizado en corte fresco y, en algunas cerámicas, sobre corte fresco realizado con disco. Por un lado, utilizar el corte fresco ha permitido ampliar el número de muestras analizadas texturalmente y reducir el tiempo de análisis, evitando el coste de la realización de láminas delgadas de todas las muestras. Además, utilizar el propio fragmento ha permitido trabajar con secciones cerámicas de mayor tamaño, aumentando el grado de representatividad de la pasta. Por otro lado, se ha optado por realizar el análisis mediante microscopio estereoscópico. A pesar de sus limitaciones, el microscopio estereoscópico de luz reflejada o lupa binocular, de hasta 60x, constituye un método asequible para una primera sistematización del registro arqueológico. A través del binocular podemos abordar el estudio inicial de las pastas ya que nos permite evaluar rasgos cualitativos de las estructuras y las texturas de los artefactos (Cuomo Di Caprio 1984: 183).

Además de realizar un examen óptico de las pastas se ha podido realizar un análisis cuantitativo de la textura de las piezas utilizando este instrumento acoplado a un software analizador de imagen. En definitiva, se ha decidido realizar una aproximación cuantitativa a la textura de la pieza a partir del propio fragmento y lupa binocular y no mediante lámina delgada y microscopio petrográfico. Ello significa que vamos a contemplar las distintas fases minerales de la muestra como una sola relacionada, en términos generales, con todos los anti-plásticos presentes en la muestra. De todos modos, la identificación, mediante análisis petrológico y DRX, de la composición mineralógica de las piezas evidencia que la mayor parte de los anti-plásticos minerales detectados son de naturaleza calcárea, mientras otro tipo de minerales, como el cuarzo o los feldespatos, suelen ser muy minoritarios dentro del conjunto de muestras. Este tipo de componentes minerales mayoritarios han resultado fáciles de identificar, desde las 50 μm de tamaño, mediante lupa binocular. De este modo, con el análisis de imagen realizado se obtiene una representación de la textura de la pasta que puede asociarse, básicamente, con sus fases minerales mayoritarias. Si bien la estrategia seleccionada ha limitado la realización de un análisis individualizado de las diferentes fases mineralógicas que conforman la textura de la pieza, ésta si se ha realizado cualitativamente mediante análisis petrológico en un gran número de muestras.

Finalmente, un gran número de muestras presentan materias vegetales en la pasta. Dentro de la pasta, el desgrasante vegetal es identificable tanto en lámina delgada como en el propio fragmento mediante lupa binocular o incluso macroscópicamente a través de la presencia de huellas en negativo que se originan tras su combustión. Registrando estas huellas en negativo en la sección de la cerámica así como en superficie podemos aproximarnos a la cantidad de desgrasante orgánico en volumen presente en la pasta, su morfología y dimensiones. El volumen original del desgrasante vegetal puede determinarse a través de la medición de los huecos o poros dejados tras su combustión (Steponaitis 1984; Velde y Druc 1999: 118; Spataro 2002: 37). En este sentido, el estudio de este tipo de anti-plásticos resulta poco indicado en lámina delgada ya que el tamaño de los desgrasantes puede superar la sección representada de modo que no podemos observar, en muchos casos, la totalidad de los componentes. De este modo, con tal de aumentar el grado de representación de este tipo de desgrasantes en la pasta, se ha realizado su estimación a través de lupa binocular trabajando a bajos aumentos.

Podemos concluir que, en el análisis textural realizado, no resulta prioritario identificar los minerales presentes en la pasta, sino averiguar la frecuencia, distribución, ordenación y la morfología de las partículas en conjunto, distinguiendo entre desgrasante de tipo mineral y vegetal. Este procedimiento resulta más rentable y se ajusta mejor a las necesidades analíticas del registro estudiado. Usando estas variables se pueden registrar determinados aspectos composicionales de las distintas pastas, permitiendo establecer asociaciones objetivas entre distintos grupos de datos.

6.1.3. Metodología de trabajo.

El funcionamiento de la técnica de análisis de imagen ya ha sido descrito por muchos investigadores (Domingo1994; Sonka *et al.* 1994; Gose *et al.* 1996; Pijoan *et al.* 2002), por lo que no haremos referencia a sus fundamentos básicos y, simplemente, describiremos los pasos que hemos empleado para la consecución de los objetivos establecidos. El método consiste en tomar una serie de fotografías digitales calibradas de una sección limpia de la pasta cerámica ya que, al observar la cerámica con métodos ópticos como el binocular, lo más recomendable es que el corte sea reciente o fresco (Freestone y Rigby 1982; Morris 1982, Capel *et al.* 1982; Kingery 1984; Van As 1984; Orton *et al.* 1993).

La determinación porcentual de determinados parámetros texturales y granulométricos de cada cerámica se ha realizado utilizando imágenes digitales tomadas con una resolución de 2000 pp. El instrumental utilizado²⁷ para realizar el análisis de imagen ha consistido en una cámara digital *Leica DFC-320* utilizando el software de tratamiento de imagen *Leica Qwin*. La cámara se acopló a una lupa binocular *Heerbrugg Wild* con lentes que comprenden entre 6 y 50x, y que incorpora una lámpara alógena *Volpi Intralux 5000* (Fig. 31).



Figura 31. A) Lupa binocular con lámpara alógena y B) captador de imagen.

6.1.3.1. Adquisición de imagen, detección y edición de objetos.

El análisis de imagen se ha basado en tomar fotografías calibradas de una sección cerámica y detectar los píxeles que nos interesan. Los píxeles presentes en una imagen pueden corresponderse con diferentes combinaciones de escalas de grises o colores RGB. Determinados componentes de la cerámica como algunos desgrasantes, huellas en negativo, matriz fina, presentan combinaciones de grises o de colores RGB característicos (Fig. 32). El método consiste en seleccionar sólo aquellos píxeles que van asociados a los elementos que son relevantes para el análisis textural, en este caso los anti-plásticos minerales (Fig. 33) y las huellas en negativo que son características del desgrasante vegetal.

²⁷ El análisis de imagen se ha realizado en el “Laboratorio de Arqueometría Dr. A. Arribas” del Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada.

Desde el momento en que la imagen aparece en la pantalla se produce una alteración de la realidad de la que hay que ser conscientes, ya que la imagen obtenida sólo representa ciertos atributos presentes en la realidad de la cerámica (Barceló *et al.* 2001). A menudo, los distintos objetos que conforman la pasta y que han sido registrados en la imagen adquirida tienen colores de interferencia característicos. Ello permite individualizar los píxeles asociados a distintos objetos, como los desgrasantes calcáreos, de otros píxeles asociados a objetos no deseados, como la matriz fina. Para mejorar la detección de objetos concretos, se puede alterar la imagen tomada de la cerámica. Esta alteración de la imagen se puede realizar bien manualmente, al adquirir la propia imagen, o bien una vez adquirida la imagen, mediante operaciones matemáticas y aritméticas que modifican, principalmente, la luz y el color de los componentes.

Si bien estas modificaciones de la imagen pueden favorecer la detección de los elementos que nos interesan, también hay que controlar posibles alteraciones y distorsiones que puedan afectar a las variables que vamos a registrar de ellos. En especial en lo referente al tamaño y a la forma. En caso que ello suceda, hay múltiples herramientas incluidas en el software que pueden usarse para favorecer la detección y la edición de los desgrasantes²⁸. Algunos objetos, debido a su alto contraste visual son fáciles de identificar y detectar, mientras que otros requieren de un mayor tratamiento manual o automatizado de la imagen. Esto sucede especialmente entre objetos que tienen una gama cromática parecida o que no resaltan respecto a la matriz en la que se insertan (García del Amo 2000; Livingood y Cordell 2009).

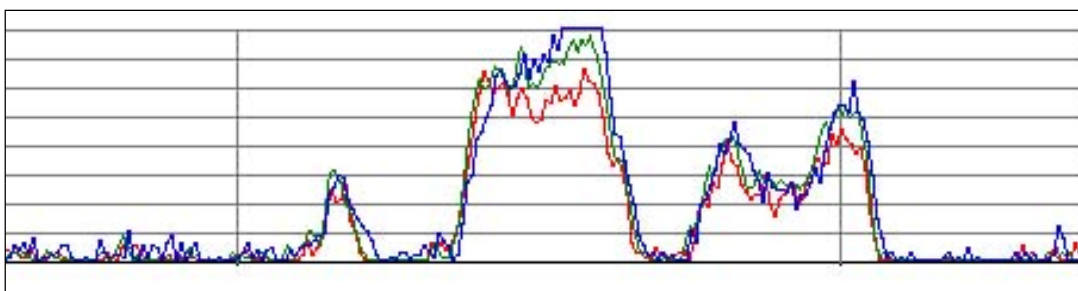


Figura 32. Sección de una imagen en la que se muestran las diferencias en valores RGB, los picos se asocian con píxeles asociados a desgrasantes detectados en una línea o sección que atraviesa un segmento de la cerámica. Los picos menos intensos o fondo se asocian a la matriz en la que se insertan las inclusiones.

²⁸ Leica Microsystems imaging solutions, Ed. Leica Microsystems Digital Imaging, Cambridge 2001.

6.1.3.2. Segmentación de la imagen y mediciones.

Una vez detectados y editados los objetos, podemos segmentar la imagen según un procedimiento basado en la lógica binaria que nos permite extraer una nueva imagen donde estén presentes sólo los píxeles asociados con los objetos seleccionados. Sobre esta imagen binaria se realizarán las mediciones de los distintos objetos (Figura), una vez el programa los ha individualizado, se pueden medir por defecto un amplio número de variables de modo automatizado. De esta forma, se han medido rutinariamente distintos parámetros de los objetos. En nuestro caso, coincidiendo con otros estudios, se han registrado variables como la superficie, el perímetro, la longitud, la anchura, la elongación y la redondez de cada grano mineral (Polvorinos del Río *et al.* 2001a) así como de cada huella en negativo adscrita a la materia orgánica.

Desgraciadamente, no existe un protocolo estandarizado sobre qué unidades de medida aplicar y qué parámetros utilizar en los estudios de texturas, lo que en muchos casos dificulta la comparación de datos procedentes de distintas investigaciones. En todo caso, consideramos que resulta *a priori* más objetivo caracterizar la textura a partir de valores cuantitativos. Ello facilita, siempre que se utilicen los parámetros adecuados, realizar comparaciones con texturas de otras piezas, así como el tratamiento estadístico de los datos (Capel *et al.* 1982; Harvey y Blatt 1982: 109; Velde y Druc 1999: 183-189; Gibson y Woods 1990: 255-256; Polvorinos del Río *et al.* 2001a, 2003).

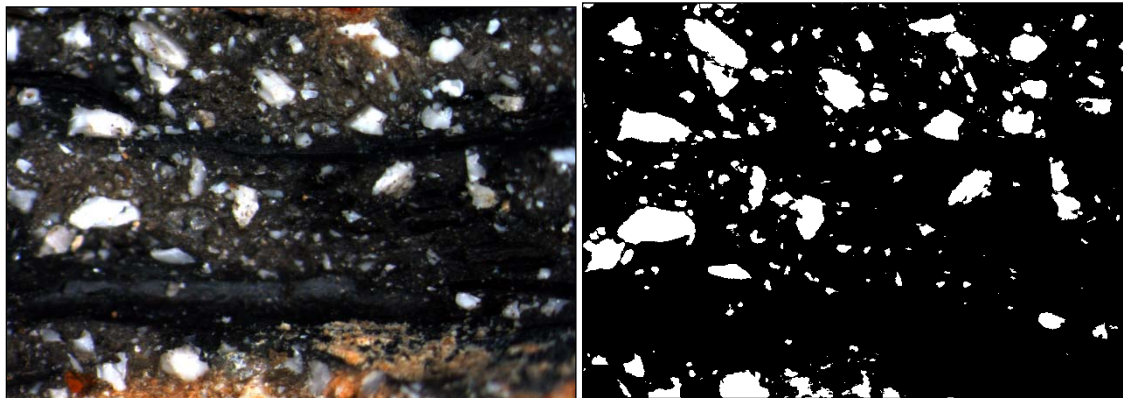


Figura 33. Detección de desgrasante mineral de una cerámica e imagen binaria segmentada (TSF-353).

A continuación realizamos una aproximación de las variables medidas:

a) Porcentaje de desgrasante.

Para estimar la cantidad de anti-plásticos se ha procedido a calcular su porcentaje en la pasta en términos de volumen siguiendo la fórmula especificada por García del Amo (2000). Esta unidad de medida se ha utilizado en otros estudios para cuantificar la porosidad de las cerámicas (Steponaitis 1984). El porcentaje de la fase en volumen se basa en que el porcentaje de una determinada fase en el plano de una imagen es igual al porcentaje en volumen de dicha fase. El valor de superficie específica de una fase se determina en función de un área de referencia (A_i ref.) que vendrá determinada por la resolución del píxel y el área de la totalidad de la imagen tratada.

La resolución del píxel varía con los aumentos utilizados, en nuestro caso, las imágenes se han adquirido calibrando el analizador y la lupa binocular utilizando 6x y obteniendo una resolución de 1 píxel = 5.51 μm . La utilización de microscopio estereoscópico nos ha permitido trabajar a bajos aumentos lo que favorece la digitalización de una mayor área de la sección cerámica incrementando el número de anti-plásticos presentes en el análisis (Polvorinos del Río *et al.* 2001a). El área de la fase se obtiene directamente a través de las operaciones estándar del analizador de imagen en base al área de todos los objetos que conforman la fase contabilizando el número total de píxeles detectados dentro de cada objeto. En el caso de análisis de imágenes el valor de V_v de cada fase vendrá dado por:

$$\%V_v = \text{píxeles (fase)} \times 100 / \text{píxeles (totales)}$$

b) Tamaño del desgrasante.

En los estudios texturales de materiales arqueológicos el tamaño del desgrasante es una variable que se ha considerado de gran importancia. La estimación de la distribución “unimodal” o “bimodal” de los tamaños de grano presentes en la matriz de las pastas se ha considerado un método que puede utilizarse, en algunos casos, para reconocer la presencia de desgrasantes añadidos intencionalmente a la pasta. La distribución de los tamaños del mineral machacado puede ser seriada; en este caso, se considera como bimodal e indicador de que ha sido añadido. Determinar si un desgrasante ha sido añadido exige combinar este procedimiento con otras variables como la angulosidad y la cantidad de desgrasante presente en la pasta (Maggetti 1982; Gibson y Woods 1990: 31, 255; Spataro 2002: 37; Velde 2005).

Ya se ha señalado que, en los estudios de texturas, existe una gran controversia sobre la cantidad de granos que deben ser medidos para que el resultado posea significación. En nuestro caso, al contar con medios automatizados, la detección, por regla general, comprende la amplia totalidad de los granos de la imagen y, por tanto, se realiza sobre el máximo número de granos posibles. La aplicación de esta técnica ha proporcionado tablas con una cantidad ingente de individuos, obligando a su agrupación en una serie de intervalos de tamaño para facilitar una presentación y un tratamiento adecuado de los datos. Debido a la gran dispersión que presentan los individuos, y con la finalidad de representarlos a todos, se ha creído conveniente aplicar una escala logarítmica. Los extremos de los intervalos de la agrupación vienen determinados por la escala logarítmica entre 50 y 4.000 μm (0.05-4 mm). La adopción de este tipo de escalas se considera adecuada para el análisis de datos, permitiendo la comprensión de ciertos aspectos que no aparecen reflejados en otros tipos de escalas (Shennan 1992: 119; Arnold 2006). Por otra parte, como otros estudios surgieren, las medidas de granos inferiores a 50 μm de diámetro no se han tenido en cuenta (Middleton *et al.* 1985).

Se ha decidido utilizar la variable “longitud máxima” de la inclusión para registrar el diámetro de los granos que componen la fracción gruesa. Ésta constituye una variable de medida de grano utilizado tradicionalmente en los estudios de lámina delgada así como en las clasificaciones que utilizan tablas comparativas. De este modo, se favorece la comparación de los resultados obtenidos con otras clasificaciones texturales. Se ha podido conocer, por tanto, la longitud de cada grano superior a 50 μm que aparece en cada imagen.

Finalmente, para establecer la proporción de desgrasantes adscritos a cada intervalo de tamaño, se ha calculado el porcentaje de área que ocupan los desgrasantes de cada intervalo respecto al total de la fase. Al final del proceso obtenemos un diagrama de dispersión, un histograma y una imagen mapeada donde aparecen los antiplásticos minerales de la pasta clasificados en función del intervalo de tamaño al que se adscriben (Fig. 34). Finalmente, con la finalidad de poder representar en un diagrama ternario y comparar la textura de las distintas muestras (Capel *et al.* 1982) hemos agrupado los intervalos establecidos anteriormente en tres nuevas categorías más generales y con un carácter más cualitativo (Fino: < 0.45 mm; Medio: 0.45-1.3 mm; Grueso: > 1.3 mm).

En definitiva, el cálculo de volumen que ocupan en la matriz las inclusiones de cada intervalo (V_i) de tamaño vendrá determinado por:

$$\%V_i = \text{píxeles (intervalo)} \times 100 / \text{píxeles (fase)}$$

Los intervalos en los que se han agrupado las distintas longitudes de los desgrasantes han sido los siguientes (Tablas 14 a 17).

- 50-86.5 μm (0.05-0.09 mm).
- 86.5-150 μm (0.9-0.15 mm).
- 150-259 μm (0.15-0.26 mm)
- 259-447 μm (0.26-0.45 mm).
- 447-773 μm (0.45-0.77 mm).
- 773-1337 μm (0.77-1.3 mm).
- 1337-2313 μm (1.3-2.3 mm).

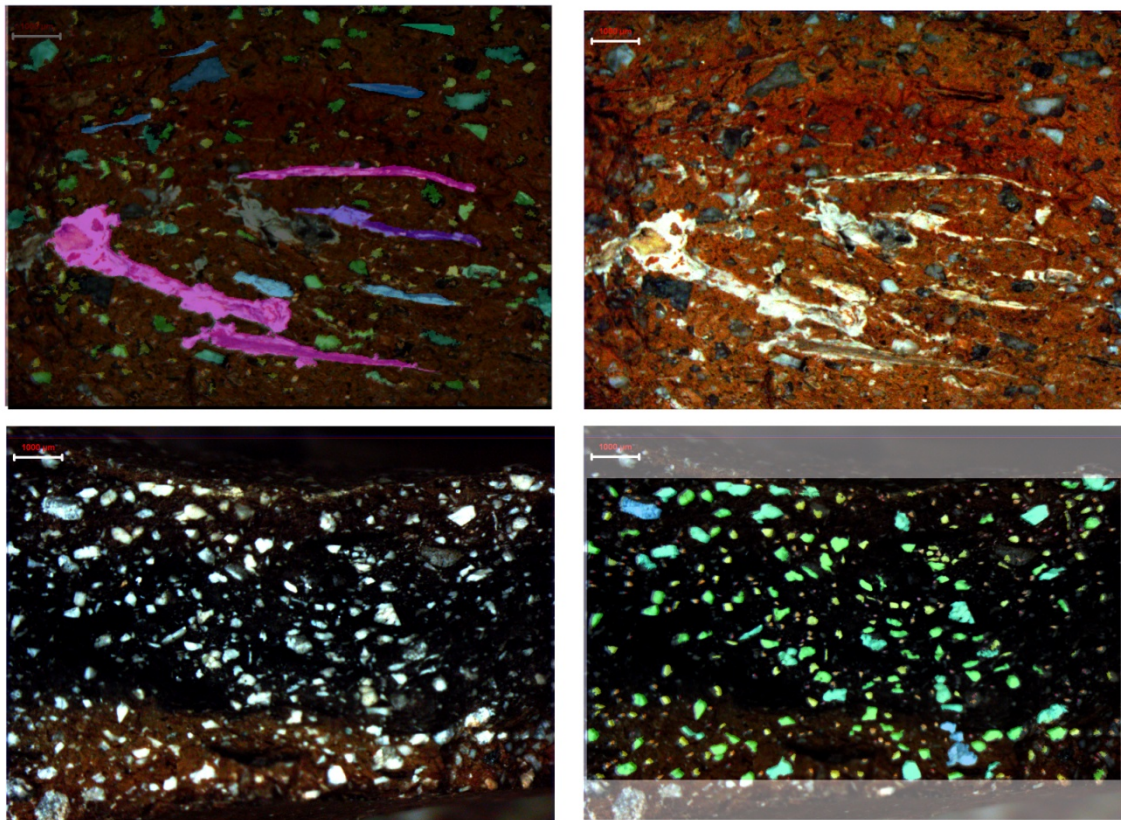


Figura 34. Imagen binaria con los desgrasantes detectados, medidos y clasificados en función de su intervalo de tamaño (escala = 1 mm).

6.2. Difracción de Rayos X (DRX).

6.2.1. Metodología de trabajo.

La composición mineralógica de 126 cerámicas, 25 artefactos arcillosos y ocho muestras de arcilla se han analizado mediante Difracción de Rayos X (DRX), empleando análisis de muestra total. Este método consiste en incidir un haz de rayos X²⁹ de una longitud de onda determinada en un preparado polimineral sobre muestra total³⁰, sobre el que se mide la dispersión angular y la intensidad de los rayos x difractados (Padial 1999: 67). De esta forma, las cerámicas fueron molidas, primero manualmente en un mortero de ágata y, posteriormente, reducidas a una fracción fina, inferior a 10 µm, mediante un molino de bolas de ágata *Retsch Mhule* o un pulverizador *Pulverizer Progressive exploration model 100 single phase*³¹.

En los sólidos cristalinos, los átomos se organizan en estructuras tridimensionales periódicas y regulares de forma que, en un cristal, existen múltiples planos atómicos con espaciados característicos. Utilizando la difracción de rayos X estos planos pueden ser interpretados en términos de la estructura atómica de los cristales. Las partículas cristalinas producen una difracción que, a partir del procedimiento antes descrito, pueden plasmarse en líneas de picos. La posición de las líneas se corresponde con los planos de los átomos en el cristal, de forma que, muchos planos son registrados simultáneamente.

²⁹ Una descripción detallada del proceso de producción de rayos X y cristalografía básica se puede consultar Brindley y Brown 1980; Jenkins y Snyder 1996, Tsantini 2007.

³⁰ A pesar de que es posible obtener un diagrama de rayos X directamente de un fragmento cerámico sin destruirlo, las cerámicas se han molido con la finalidad de homogeneizar y estandarizar las muestras con el objetivo de favorecer su posterior comparación semi-cuantitativa (Weymouth 1973). La preparación adecuada de la muestra determina la calidad del análisis. La muestra ideal debería tener los cristales de un tamaño inferior a las 10 µm (Connolly 2007).

³¹ La molienda de la muestra se ha realizado en el Laboratorio del *Departamento de Ciencias de la Tierra* de la UIB. Excepto el molido de las arcillas y las muestras de *Son Ferrer* que se ha realizado en la *Sección de Fisicoquímica y Geoquímica mineral de la Estación Experimental del Zaidín* (CSIC) de Granada.

El espectro en rayos X de cualquier mineral es característico, y existen bases de datos de referencia con los picos estandarizados. Estas bases de referencia son muy útiles para conocer, con relativa seguridad, qué componentes minerales, y en qué cantidad, están presentes en la cerámica y qué cambios estructurales han sufrido éstas (Sheppard 1971; Weymouth 1973; Capel 1977; Capel 1979; Brindley y Brown 1981; Jenkins y Snyder 1996; Cardoso *et al.* 2005; Morales 2005: 106; Connolly 2007; Tite 2008).

La difracción de rayos X nos va a proporcionar datos para sugerir algunos atributos y cualidades de las piezas que tienen un trasfondo tecnológico, como la procedencia, las características mineralógicas y la temperatura de cocción. De esta manera, el uso de esta técnica con fines arqueológicos se ha generalizado en los estudios de cerámica a nivel internacional aplicándose, sistemáticamente, a partir de los años 90³². En la Península Ibérica, se documentan algunos estudios iniciales desde mediados de los años 70 (Capel 1977; Capel *et al.* 1977; Navarrete y Capel 1977; Gallart 1980; Capel 1983, 1985) y su generalización en los 90 (Buxeda y Cau 1995; Seva 1995; Seva y almiñana 1996; Buxeda y Cau 1998; Barrachina Ibañez 1998; Molera *et al.* 1998; Barrios *et al.* 1999; Gómez Gras y Risch 1999) siendo una técnica utilizada de forma usual en este ámbito geográfico en la última década (Milá *et al.* 2000; Orellana *et al.* 2000; Polvorinos del Río *et al.* 2001a, b; Risch y Gómez Gras 2003; Polvorinos del Río *et al.* 2003; Tsantini *et al.* 2004; Cordero *et al.* 2005; Odriozola *et al.* 2005; Madrid y Buxeda 2005; Palomar 2005; Polvorinos del Río *et al.* 2005; Capel *et al.* 2006; Andreu *et al.* 2007; Clop 2007; Delgado *et al.* 2007).

Para el análisis mineralógico por DRX se han utilizado diferentes difractómetros, si bien utilizando las mismas condiciones de trabajo. En este sentido, las muestras se han preparado siguiendo el mismo procedimiento y se ha utilizado la misma longitud de onda así como condiciones de análisis análogas con tal de reducir errores sistemáticos en las intensidades absolutas obtenidas.

³² Trabajos que utilicen esta técnica analítica son por ejemplo Weymouth 1973; Blackman 1992; Heras Martínez 1994; Arnold 2000; Key y Gaskin 2000; Buxeda *et al.* 2001; Laviano y Muntoni 2001; Mirti y Davit 2001; Buxeda *et al.* 2002; Maniatis *et al.* 2002; Spataro 2002; Tlosakidou *et al.* 2002; Días *et al.* 2003; Nodari *et al.* 2004; Maritan *et al.* 2005a, b; Feathers 2006; Spataro 2006; Martineau *et al.* 2007.

Excepto por el diferente instrumental, los factores de distorsión pueden considerarse similares para cada muestra, independientemente de que los análisis se hayan reproducido en distintos laboratorios (Weymouth 1973). Por un lado, se ha utilizado un difractómetro *Siemens D-5000*³³, por otro lado, parte de las muestras se han analizado utilizando un difractómetro *Philips PANalytical X'Pert*³⁴ (radio = 240 mm).

Finalmente, se ha utilizado un difractómetro *Siemens D-5000* equipado con una cámara de alta temperatura *Bühler HDK 2.3* y un equipo de alto vacío con la finalidad de analizar los cambios que se producen en la composición mineralógica de la muestra a medida que ésta es sometida al calentamiento (hasta 950°C) con un intervalo de ascensión de 50 °C h⁻¹ y manteniendo la temperatura 30 minutos antes de captar el espectro de rayos X. Experimentos de este tipo son de uso más o menos generalizado en los estudios de cerámica arqueológica, y nos permiten determinar qué fases de alta temperatura se pueden desarrollar en las cerámicas que analizamos de modo que el comportamiento registrado puede compararse después con las fases minerales observadas en las muestras cerámicas arqueológicas analizadas (Buxeda y Cau 1995; Buxeda *et al.* 2002; Schwedt *et al.* 2006; Gridi *et al.* 2008).

En nuestro caso, independientemente del instrumento utilizado, se ha utilizado la radiación K_α del Cu ($\lambda = 1.5405 \text{ \AA}$) como eje incidente y un monocromador de goni en el eje difractado. La potencia de trabajo ha sido de 45 kV y 40 mA. Las medidas $\theta / 2\theta$ se realizaron entre 3 y 70° 2 θ con un tiempo de 3s para cada paso. Como es normal al utilizar diferente instrumental, existen diferencias en las intensidades de los picos obtenidos con ambos difractómetros, esencialmente derivadas de la ausencia de detector de posición en el *Siemens D-5000*. De todas formas, hemos podido constatar que estas diferencias no repercuten en el análisis cualitativo y semicuantitativo.

Como podemos observar en la superposición de los tres diagramas obtenidos con los diferentes aparatos para una misma muestra (Fig. 35), la reducción de la intensidad de los picos es proporcional en los distintos picos que configuran el difractograma, por lo que el análisis cualitativo y semicuantitativo no se ve alterado por estas diferencias en el instrumental.

³³ Los análisis de DRX utilizando el *Siemens D-5000* se han realizado en el Laboratorio de Propiedades Físicas, Servicios Científicos y Técnicos, Universidad de las Islas Baleares.

³⁴ Los análisis de DRX utilizando el *Philips X'Pert* se han llevado a cabo en la Sección de Físicoquímica y Geoquímica mineral de la Estación Experimental del Zaidín (CSIC), Granada.

En el siguiente cuadro (Cuadro 7) se muestra la semicuantificación obtenida mediante método RIR normalizado de las fases minerales registradas en los difractogramas de las muestras TSF-1090 y TSF-57 utilizando el difractómetro *Siemens D-5000* y el *Philips PANalytical X'Pert* (Fig. 36). Como puede observarse, se han obtenido resultados muy parecidos por lo que pensamos que los resultados conseguidos con los distintos instrumentos resultan representativos de la muestra, siendo los datos obtenidos con diferentes difractómetros comparables entre sí, no directamente en términos de intensidades de los picos, pero sí una vez éstos han sido semicuantificados.

Cuadro 7. Comparativa entre los resultados obtenidos con los dos difractómetros utilizados, fases semicuantificadas según método RIR normalizado.

Muestra	Illita	Moscovita	Calcita	Feld. K	Cuarzo	Plagioclasas
TSF-1090 X'Pert	17.5	4.4	67.9	1.3	8.7	0.3
TSF-1090 Siemens	16.1	4.5	69.6	1.3	8.2	0.3
TSF-57 X'Pert	41.2	19.5	13.7	2.4	22.2	1.1
TSF57 Siemens	40.8	22.4	12.3	2.9	20.1	1.6

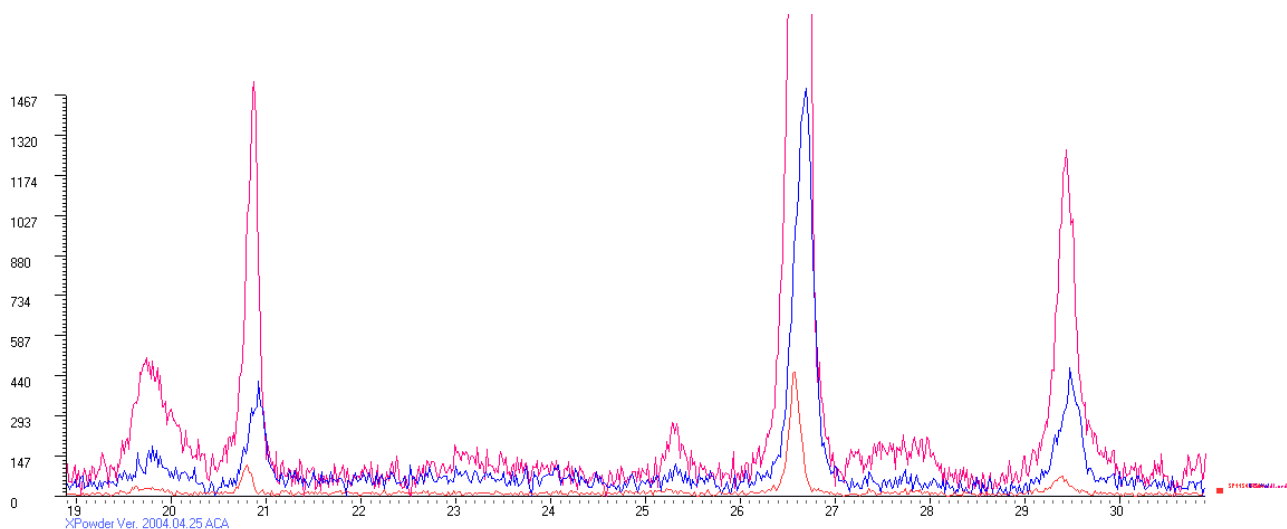


Figura 35. Muestra en polvo TSF-57 analizada con diferentes difractómetros: Philips X'Pert (rosa), Siemens P-5000 con detector de posición (Azul) y Siemens P-5000 sin detector de posición (rojo).



Figura 36. Difractómetros utilizados, A) Philips PANalytical X'Pert y B) Siemens P5000.

6.2.2. Análisis cualitativo.

Explicadas las bases de esta técnica y del instrumental utilizado, podemos señalar que los análisis de DRX analizados nos han permitido identificar las principales fases cristalinas que están presentes en la cerámica y las arcillas analizadas³⁵. Algunas de estas fases son además únicamente detectables mediante el método de DRX. La estimación cualitativa, realizada a partir de la identificación de las fases cristalinas asociadas a los picos primarios y secundarios obtenidos en el difractograma nos permitirá asociar las muestras en grupos según sus características mineralógicas (Tite 2008).

Las evaluaciones de las fases cristalinas se efectuaron con los programas *X'Pert High Score*, *Eva* y *X-Powder* utilizando las tablas de espaciados e intensidades del banco de datos del *Joint Committee of Powder Diffraction Standards* (Martín 2004; JCPDS 1974, 2003). Podemos dividir las fases que podemos obtener en (Navarrete y Capel 1977; Capel 1983):

³⁵ Este método resulta habitual en los manuales y estudios arqueológicos centrados en el estudio de la cerámica y otros artefactos, algunos trabajos son Capel 1977; Navarrete y Capel 1977; Navarrete y Capel 1980; Capel *et al.* 1982; Capel 1983; Cuomo Di Caprio 1984: 201-207; Capel 1999; Spataro 2002: 41; Buxeda y Madrid 2009; Buxeda y Tsantini 2009.

a) *Fases primarias*: están presentes en la cerámica antes de la cocción y por lo tanto no han sufrido ninguna modificación durante el proceso de calentamiento de la pasta. En este sentido, mediante difracción de rayos X podemos identificar incluso aquellos minerales de menor tamaño, como los minerales de la arcilla (Gibson y Woods 1990: 22; Tsantini 2007: 30).

b) *Fases neo-formadas*: se producen en la cerámica como consecuencia de reacciones en estado sólido o gaseoso que se forman durante la cocción según la temperatura alcanzada y el tiempo de exposición a las altas temperaturas. Se trata, fundamentalmente, del desarrollo de fases minerales como plagioclasas, gehlenita, diópsido, hematites, wollastonita, piroxeno, etc. Mediante el estudio de las fases primarias, secundarias y neo-formadas podemos establecer la temperatura aproximada de cocción de los individuos cerámicos (Navarrete y Capel 1977; Linares *et al.* 1983; Capel 1983; Riederer 2004; Ortega *et al.* 2005; Tite 200).

c) *Fases secundarias*: El vidrio y los materiales amorfos aparecidos tras la cocción de la cerámica a ciertas temperaturas pueden, en unas condiciones de presión y humedad, transformarse dando lugar a la aparición de silicatos, silico-aluminatos hidratados, sales y zeolitas. Estos componentes se forman después del uso, durante los procesos de deposición, recogida y almacenamiento de la cerámica. Esta transformación depende de las condiciones más o menos intensas de meteorización a la que se encuentran sometidas las piezas y de la abundancia dentro de la masa de compuestos fácilmente alterables. De este modo, pueden cristalizar nuevas fases minerales en la cerámica que son posteriores al proceso de fabricación y uso resultando detectables mediante DRX. La detección de este tipo de fases minerales resulta de vital importancia en el estudio de los materiales pero también en la generación de estrategias de conservación y restauración de las piezas cerámicas más adecuadas (Capel 1983; Buxeda y Cau 1995; Cau *et al.* 2002; Buxeda *et al.* 2002; Turbanti 2004; Schwedt *et al.* 2006; De la Fuente 2008).

6.2.3. Análisis semi-cuantitativo.

Un aspecto que resulta de gran interés en los estudios mineralógicos de cerámicas es la determinación de la composición de un sistema poli-mineral o multi-fase. Los procedimientos para cuantificar la mineralogía de las pastas se basan en la DRX y en los estudios petrográficos. Cada uno de estos procedimientos presenta ventajas e inconvenientes. Mediante DRX se han desarrollado métodos computacionales que permiten una aproximación a la composición mineralógica básica de las muestras de forma rápida y relativamente precisa. La utilización de la técnica de DRX permite, además, un acercamiento a las fases cristalinas de menor tamaño, como los minerales de la arcilla, que son imposibles de establecer en lámina delgada. Este aspecto puede ser relevante especialmente en aquellas pastas cerámicas donde predominan texturas fina o aquellas que se han cocido a muy baja temperatura (Braun 1986).

Como se ha señalado anteriormente, los análisis de DRX nos proporcionan información de las sustancias cristalinas que están presentes en la cerámica. La cuantificación de las fases identificadas con este método nos proporciona información relacionada con las concentraciones relativas de los minerales presentes en las pastas utilizadas en la producción cerámica³⁶. Este método muestra ciertas ventajas respecto al análisis petrológico a la hora de realizar agrupaciones de la cerámica en función de las concentraciones relativas de minerales como el cuarzo o la calcita. Mostrando, además una correspondencia con cuantificaciones realizadas siguiendo otros métodos³⁷.

La intensidad relativa de los picos obtenidos en el difractograma está relacionada con la cantidad de mineral presente en la muestra. Sin embargo, hay algunos factores que impiden hacer una correlación directa entre ambos parámetros.

³⁶ Estudios semi-cuantitativos de las fases minerales mediante DRX se documentan en el estudio de arcillas y cerámicas (Riccardi *et al.* 1999; Capel *et al.* 2001; Mata *et al.* 2002) utilizando tanto la propia intensidad del pico (Capel *et al.* 2006; Schwedt *et al.* 2006), el método por áreas (Capel 1986; Nuñez *et al.* 1991; Ayala *et al.* 2001; Martín-Martín *et al.* 2006; Mahmoudi *et al.* 2008) por método Rietveld (Bish y Post 1993; Emami *et al.* 2008), como por RIR normalizado (Travería y Font 1984; Seva 1995; Seva y almiñana 1996; Molera *et al.* 1998; Hein *et al.* 2004; Jordan *et al.* 2008).

³⁷ Algunos estudios han señalado que existe una correspondencia en las proporciones de calcita obtenidas mediante DRX y las obtenidas por calcimetría (Capel 1983). Este hecho confirma la validez de utilizar este método para establecer agrupaciones o tendencias según la cantidad de calcita.

Como señala Braun (1986: 330), “*Mineral analysis based on XRD measurements is sensitive to preferred orientation, crystallite size, crystallinity, and chemical composition of the various phases present in the mixture*”. Por estos motivos, la cuantificación realizada de las distintas fases cristalinas con este método queda reducida a una estimación semi-cuantitativa de su porcentaje, ya que el error posible puede ser de hasta un 10% (Weymouth 1973; Navarrete y Capel 1977; Yeko 1980; Brindley y Brown 1981; Linares *et al.* 1983; Braun 1986; Capel 1986; Snyder y Jenkins 1996: 355-386; Velde y Druc 1999: 273; Palomar 2005: 313).

Si bien hay algunas de estas variables, como el grado de cristalinidad y la composición, que no se han podido controlar, si se han podido minimizar otros problemas en la cuantificación derivados del tamaño diferencial de los cristales a partir del molido previo del material con tal de homogeneizar el tamaño. Por otro lado, para evitar la orientación preferencial de los cristales la muestra en polvo se ha compactado exhaustivamente en el porta-muestras. Idealmente, la muestra debe ser representativa de la cerámica y ser lo suficientemente fina para favorecer una detección eficaz. Debe evitarse una orientación preferencial de los cristales comprimidos en el porta-muestras y debe utilizarse un tiempo de paso suficiente para una adecuada adquisición de datos (Weymouth 1973; Yeko 1980: 23; Blackman 1992).

En definitiva, si bien la semicuantificación de la composición mineralógica con el método de DRX presenta algunas limitaciones para establecer agrupaciones sólidas, sí resulta de gran utilidad para establecer tendencias generales en la composición de las muestras. Para la estimación semicuantitativa se ha realizado, previamente, un análisis comparativo entre el método de Schulz³⁸ y el método RIR Normalizado. Para la cuantificación con el método de Schulz cada área proporcionada por el pico principal de cada mineral identificado fue dividida por su Factor Reflectante y normalizada al 100%. Los resultados obtenidos por este método siempre hacen referencia, por tanto, a las fases cristalinas presentes en la muestra. El factor reflectante para cada mineral utilizado en la cuantificación por áreas se ha extraído de diversos estudios (Capel 1977 y 1986; Seva 1995):

³⁸Schulz 1964 en Capel 1977, Navarrete y Capel 1977, Navarrete y Capel 1980, Barrios *et al.* 2001.

Fase Mineral	Pico Diagnóstico (Å)	Factor Reflectante
Filosilicatos	4.45	0.1
Cuarzo	3.33	1.5
Calcita	3.03	1.0
Feldespatos alcalinos	3.24-3.22	1.0
Plagioclasa	3.18	1.0
Dolomita	2.88	1.0

Para la estimación semi-cuantitativa con el Método RIR (*Reference Intensity Ratios*) Normalizado se ha utilizado un método de análisis cuantitativo automático basado en las fichas PDF2³⁹ ν/ρ . Previamente se ha eliminado el ruido de fondo del difractograma con tal de evitar errores. Este sistema nos permite realizar estudios cuantitativos precisos a partir de métodos de mínimos cuadrados no lineales sobre el perfil completo del difractograma, aprovechando al máximo la información contenida en las fichas de la base de datos PDF2. La ponderación se consigue con el método RIR normalizado (*Normalized RIR Method*) y es, en general, aplicable a materiales de baja cristalinidad (Chung 1974). Complementariamente, se utiliza el *Absorption-Diffraction Method* que implica el cálculo de los coeficientes másicos de absorción de cada componente y el de la muestra total. Este último valor se calcula utilizando la composición de partida obtenida con el Método RIR normalizado.

La utilización automática de estos métodos implica que la base de datos PDF2 empleada contenga, al menos, la composición química de cada fase. La composición (C_i) del componente (i) se obtiene dentro de la mezcla (s) a partir de la fracción de la función de mezcla (X_i) de cada difractograma parcial, que se obtiene por el método no lineal de mínimos cuadrados sobre el perfil completo⁴⁰. El procedimiento se simplifica al máximo ya que no es necesaria la preparación de muestras patrones para la obtención de los porcentajes en peso finales. La única exigencia o requisito consiste, en que las fichas utilizadas para la evaluación incluyan el valor del parámetro RIR, lo que ya es habitual en la versión de PDF2 utilizada.

³⁹ Las fichas PDF utilizadas proceden de la base de datos actualizada del 2003 del *Joint Comitee of Powder Diffraction Standards*.

⁴⁰ $C_i = X_i (\mu/\rho)_i / (\mu/\rho)_s$

La precisión de los resultados es generalmente buena, dependiendo exclusivamente de la calidad del difractograma, de las fichas PDF2 y de la universalidad del propio valor del RIR (Martín 2004). La principal limitación de este método consiste, al ser un sistema cerrado, en la necesidad de cuantificar todas las fases de la muestra y la imposibilidad de cuantificar sólo una de las fases de forma aislada (Calvet *et al.* 1980; Traveria y Font 1984).

Los resultados obtenidos con ambos métodos (Fig. 37 y Cuadro 8) para varias fases minerales cuya suma es \geq al 90% de la composición total del individuo en el 95.5% de las muestras testadas han mostrado un alto grado de correlación entre sí (r Pearson \geq 81%; $n = 44$). Ello nos indica que, si bien los resultados cuantitativos obtenidos con el método de DRX no pueden considerarse en términos absolutos, si se pueden considerar representativos en términos relativos. En este sentido, podemos señalar que con ambos métodos de cuantificación obtenemos una representación parecida del porcentaje de los distintos componentes que conforman la pasta, lo que posibilita establecer tendencias mineralógicas generales, en base a datos semicuantitativos, dentro del registro analizado. De esta manera, se ha decidido, finalmente, utilizar el método RIR Normalizado. Éste se ha mostrado más práctico y rentable ya que, al estar el proceso de cuantificación automatizado, la cantidad de tiempo de análisis se reduce enormemente. Además, si bien la cuantificación mediante áreas se ha mostrado un procedimiento eficiente, ésta resulta más subjetiva (Jenkins y Snyder 1996).

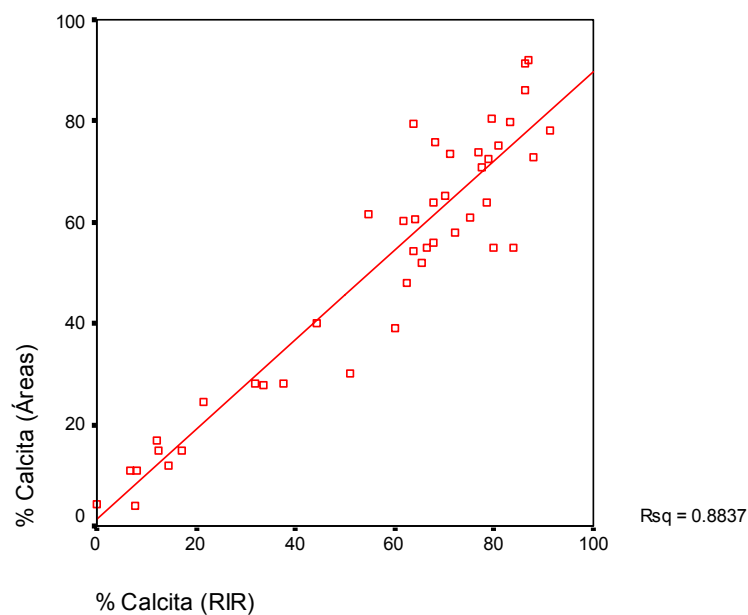


Figura 37. Gráfico de dispersión mostrando el grado de correlación para la cuantificación de la calcita utilizando el método de Schulz y el método RIR Normalizado.

Cuadro 8. Correlación *r* de Pearson (significación del 99%) para las variables % filosilicatos, % cuarzo y % calcita en función de la cuantificación utilizando el método de Schulz y el método RIR Normalizado.

Variable	<i>r</i> Pearson	<i>N</i>
RIR Filosilicatos Vs Área Filosilicatos	81%	44
RIR Cuarzo Vs Área cuarzo	86.4%	44
RIR Calcita Vs Área Calcita	94%	44

6.3. Análisis Petrográfico.

El análisis petrográfico se ha realizado sobre 47 muestras⁴¹, 43 de ellas son cerámicas. De forma más puntual esta técnica se ha aplicado sobre dos artefactos arcillosos y dos arcillas del entorno. Este método, muy utilizado en arqueología⁴², permite identificar los minerales que conforman la fracción gruesa así como los fragmentos de roca y de otras materias, por ejemplo materia orgánica o microfósiles, que están presentes en la muestra. Esta técnica también nos informa de ciertos aspectos estructurales de la pasta, de esta manera, se hace también referencia a la textura, la porosidad, la orientación, la cantidad y la morfología de los distintos componentes. Por tanto, el estudio petrográfico de las cerámicas proporciona información de dos parámetros básicos: la composición petrológica y la estructura de la pasta cerámica. La fusión entre ambas permite el establecimiento de petrofábricas. Las petrofábricas suponen un mecanismo taxonómico que permite realizar una clasificación de las cerámicas en términos de tecnología y procedencia (Capel y Delgado 1978; Freestone y Rigby 1982; Mainman 1982; Riley 1982; Williams 1982; Gibson y Woods 1990: 211, 255; Pollard y Heron 1996: 102; Larrea *et al.* 1999; Soltman 2001; Cau 2004; Riederer 2004; Banning 2005: 165 Livingstone-Smith 2007: 17; Tsantini 2007: 138; Tite 2008; Peterson 2009).

⁴¹ Estas muestras se asocian a los yacimientos del *Turó de les Abelles*, *Closos de Can Gaià* y *Puig de Sa Morisca*, el estudio petrológico de 43 piezas más procedentes de *Son Ferrer* ha sido realizado por el Dr. M. A. Cau (inédito).

⁴² Estudios pioneros que utilizan esta técnica pueden consultarse en Shepard (1956), Curtois (1976), Williams (1982) y Howard (1982). Para una evolución de la disciplina se puede consultar Peterson (2009). En España destacan los trabajos pioneros de Capel y Delgado 1978; Capel 1983; Capel *et al.* 1990; Otros trabajos arqueológicos en este campo son Bets 1982; Freestone y Rigby 1982; Mainman 1982; Morris 1982; Seva y Almiñana 1996; Barrachina Ibañez 1998; Soltman 2001; Spataro 2002; Cau *et al.* 2004; Riederer 2004; Spataro 2006; Sauer y Gassner 2009.

A pesar de las virtudes que presentan los análisis petrológicos en cerámica existen algunas limitaciones que requieren de la aplicación de otras técnicas analíticas. Muchas veces las cerámicas arqueológicas, especialmente las que se han realizado con arcillas sedimentarias como las que se localizan en Mallorca, tienen una composición mineralógica muy similar. En estos casos, solamente se suelen producir variaciones en las cantidades de cuarzo y carbonatos presentes en las muestras. Esta problemática exige de la implementación de estos análisis con otros de tipo textural y químico con la finalidad de abordar la procedencia y la tecnología de las piezas con una mayor eficacia. De este modo, a menudo, resulta adecuada la utilización de la petrología en combinación con otras técnicas analíticas, como la fluorescencia de rayos X, la difracción de rayos X, el análisis de imagen o el microscopio electrónico de barrido, para abordar también un estudio químico, textural y mineralógico. Estas técnicas nos proporcionan además ciertos datos que permiten contrastar las petrofábricas establecidas (Freestone y Rigby 1982; Riley 1982; Middleton *et al.* 1985; Gibson y Woods 1990; Tucker 1991: 44; Espí Pérez 2000; Riederer 2004; Spataro 2002: 36-40; Jiménez y Taberner 2003; Quinn y Day 2007; Tite 2008).

6.3.1. Metodología de trabajo.

El análisis mineralógico en base a métodos ópticos se ha realizado mediante microscopio petrográfico. Este microscopio utiliza luz transmitida polarizada⁴³ e incorpora un plato giratorio y dos filtros con un analizador equipado. Estos filtros nos permiten ver la lámina delgada en luz polarizada paralela (LPP) y en luz polarizada cruzada (LPX), donde las ondas, en contraste con la luz ordinaria, vibran sólo en un plano. El analizador está montado de forma que podemos insertarlo y extraerlo cambiando los planos de vibración de la luz. Cuando el analizador está inserto la muestra se observa con nicols cruzados, si retiramos la muestra con el analizador inserto no habrá ninguna luz en el microscopio, ya que la luz polarizada que emerge del polarizador está bloqueada por el analizador.

⁴³ Sin embargo, en el caso de los minerales opacos se utiliza también luz reflejada (Nesse 1991: 116; Chung 1998; Riederer 2004).

Para el estudio de cerámicas mediante este método es necesario realizar una lámina delgada perpendicular a la superficie de la vasija que debe ser montada y pulida⁴⁴ hasta obtener una lámina con un grosor inferior a 30 μm , cuando el cuarzo presenta un color gris-blanco de primer orden. Este grosor posibilita que la luz traspase los diferentes minerales, de modo que observando la forma en la que la luz interactúa con los cristales podemos determinar distintos atributos que permiten su identificación (Cuomo Di Caprio 1984: 182-192, 197; Mckenzie & Adams 1994: 9; Adams y Mckenzie 1998; Mackenzie y Guildford 1980; Kerr 1959; Courtois 1976; Gibson y Woods 1990: 256-257; Nesse 1991; Cau 2004; Riederer 2004; Banning 2005: 165; Peterson 2009).

Para el análisis óptico se usó un microscopio petrográfico *Leica DM-RX* y un *Olympus BX-60* (Fig. 38), ambos con filtros incorporados así como una cámara *Leica DC500* para realizar la toma de microfotografías⁴⁵. Los objetivos utilizados han sido 1.6x, 2.5x, 5x, 10x, 20x, 40x, 50x, que comprenden un rango entre 16 y 500 aumentos⁴⁶. Finalmente, para realizar el análisis de las texturas se incorporó un micrómetro al microscopio. La estimación porcentual de cada componente mineral observado en lámina delgada se ha establecido a partir de tablas comparativas ampliamente utilizadas en los estudios petrológicos y texturales sobre cerámicas (Betts 1982; Cuomo Di Caprio 1984: 183; Mathew *et al.* 1991; Orton *et al.* 1993; Soltman 2001; Livingstone-Smith 2007: 16).

⁴⁴ La preparación de las láminas delgadas fue realizada por el Dr. Romualdo Seva (*Unidad de Arqueometría, Universidad de Alicante*).

⁴⁵ Los estudios mediante lámina delgada se han realizado en las instalaciones *The British Museum (London, Uk): Conservation, Documentation & Science*. En el *Departamento de Ciências de la Tierra* y en el *Laboratorio de Microscopia* de los *Servicios Científicos y Técnicos* de la Universidad de las Islas Baleares.

⁴⁶ El campo de visión relacionado con los aumentos utilizados es: 1.6x = 2.7 mm; 2.5x = 1.75 mm; 5x = 0.87 mm; 10x = 0.435 mm; 20x = 0.215 mm; 40x = 0.11 mm.



Figura 38. Microscopios petrográficos utilizados, A) *Leica DM-RX* y B) *Olympus BX-60*.

6.3.2. Establecimiento de Petrofábricas.

El establecimiento de grupos a partir de la información petrológica puede realizarse en base a procedimientos estadísticos automatizados o bien a partir de agrupaciones categóricas no automatizadas. Cada uno de estos procedimientos presenta ciertos inconvenientes y ventajas (Middleton *et al.* 1991; Cau *et al.* 2004). En las agrupaciones establecidas hemos utilizado el método no automatizado. Resulta complicado establecer formalmente parámetros fijos y universales para la definición de grupos puesto que, usualmente, no hay dos muestras exactamente iguales (Middleton *et al.* 1991; Orton *et al.* 1993; Spataro 2002: 38). Este sistema presenta ciertas ventajas, como un mayor ajuste de las agrupaciones a problemáticas arqueológicas particulares y una mayor flexibilidad de las agrupaciones que se realizan, permitiendo ello formar grupos que se correspondan mejor con la escala de análisis que requiere el material con el que se trabaja.

6.3.2.1. Caracterización petrológica.

El conjunto de muestras analizadas petrográficamente puede clasificarse en subgrupos en función de las características observadas en su composición petrológica. En el caso del estudio petrológico dependerá de los minerales detectados, generalmente cuarzo, feldespatos, micas, opacos, calcita, etc. así como de las rocas presentes. El examen petrográfico se efectúa a distintos niveles, por un lado, deben establecerse las características básicas de la matriz cerámica, si es calcárea, si presenta foraminíferos o minerales opacos, así como el carácter o no isotrópico de la misma.

Por otro lado, hay que centrarse en la matriz gruesa e identificar los minerales y los fragmentos de rocas presentes, así como su grado de alteración (Peterson 2009). La combinación de las observaciones sobre la matriz fina y la fracción gruesa permite establecer distintos grupos petrológicos que responden a unas categorías de clasificación más o menos amplias. Un ejemplo de una clasificación general de las pastas es su división en pastas silíceas o calcáreas (Orellana 1998). Posteriormente, se pueden establecer sub-variantes en función de algunas diferencias básicas, como la presencia diferencial de minerales opacos, nódulos de arcilla, fragmentos de rocas o de minerales determinados que distinguen a las piezas que forman parte de un mismo grupo.

El estudio petrológico concentra sus esfuerzos en el estudio de ciertos atributos ópticos para identificar la estructura de la matriz arcillosa y los minerales y las rocas presentes en la cerámica (Fig. 39). En este apartado, se incluyen también residuos inorgánicos de origen biológico, como los microfósiles, y otros componentes de origen antrópico como la chamota y la materia orgánica (Soltman 2001; Spataro 2002: 38; Garrison 2003: 162; Peterson 2009). En el análisis petrográfico la identificación de los distintos minerales se realiza a partir de ciertos parámetros⁴⁷ que se presentan de forma característica para cada mineral: exfoliación de los planos de los cristales, pleocroismo, colores de interferencia, zonación, color de la matriz, isotropía/anisotropía y ángulo de extinción.

⁴⁷ Una descripción detallada de cada uno de estos parámetros se puede consultar en Nesse (1991), Mackenzie y Adams (1994), Morales (2005), Livingstone-Smith (2007), Riederer (2004), Banning (2005), Rice (1987), Spataro (2002), Peterson (2009).

Luz Paralela (PPL)	Luz Cruzada (XPL)
- color	- color de interferencia
- pleocroismo	- birrefringencia, $\gamma - \beta$
- forma	- maclas
- hábito	- elongación
- clivaje	- E° , extinción
- n , índice de refracción	
- inclusiones	
- alteraciones	

Figura 39. Variables consideradas en el estudio petrográfico (De la Fuente *et al.* 2005)

6.3.2.2. Análisis textural y petrofábricas.

El establecimiento de los atributos texturales de la pasta puede tener una importancia equivalente al estudio mineralógico a la hora de definir una petrofábrica. En un primer nivel, la petrofábrica comprende las características texturales de los diferentes minerales y componentes identificados en lámina delgada así como la descripción de la estructura porosa de la matriz. El examen de estas variables, esencialmente la angulosidad, el tamaño y el carácter poli-mineral de los granos así como su comparación entre diversos tipos de muestras representa un elemento clave para determinar si un mineral se ha triturado y añadido intencionalmente a la pasta o si estaba presente en el sedimento de forma natural. La estimación de estos atributos se ha realizado, en consonancia con otros estudios, utilizando tablas visuales comparativas propuestas por diversos autores que han permitido establecer diferentes categorías de material. Este método resulta más rápido que el contaje de centenares de puntos en la sección, por ello lo hemos utilizado. Por otro lado, en lo que se refiere a la textura de las vasijas, hay que recordar que también se han realizado análisis automatizados con microscopio estereoscópico que complementan el análisis textural realizado en lámina delgada (Courty *et al.* 1989: 68; Mathew *et al.* 1991; Orton *et al.* 1993; Spataro 2002: 38-39; Riederer 2004; Sauer y Gassner 2009).

Podemos sintetizar, en base a las apreciaciones de varios autores (Orton *et al.* 1993; Soltman 2001; Spataro 2002: 38-39; Riederer 2004), las características texturales que usualmente se registran en los estudios petrográficos en:

VARIABLES como el **tamaño** de los diferentes minerales constituye un parámetro que caracteriza a los distintos objetos cerámicos que pueden definirse por tener matrices más o menos finas o gruesas⁴⁸. La clasificación de una pasta en gruesa, media o fina depende del tamaño de los anti-plásticos. En este sentido, siempre debe especificarse el tamaño de las diferentes partículas detectadas mediante el examen petrográfico. Aspectos como el tamaño medio de los granos o los máximos y los mínimos van a constituir un complemento esencial a la descripción petrográfica de la composición de la pasta.

Por otro lado, el número o **porcentaje** de granos de los distintos minerales presentes en la lámina delgada puede apreciarse visualmente de modo que podemos establecer su presencia en términos cualitativos como: ausente, raro, presente, abundante y muy abundante⁴⁹.

La distribución y **ordenación** de los granos es también importante ya que, a menudo, los minerales de la fracción gruesa no se presentan en un único tamaño de modo que, este concepto, expresa el grado de variabilidad del tamaño de los granos. Mediante un examen petrográfico podemos identificar los diferentes tamaños en los que se presenta un mineral y establecer su distribución unimodal, bimodal o seriada. Un sedimento bien ordenado será aquel que contiene al menos un 90% de materiales del mismo tamaño mientras, uno mal ordenado será el que presente una mezcla a proporciones más o menos iguales de los distintos tamaños de partícula (p. e. seriado).

Otra de las variables que pueden consignarse, tanto cualitativa como cuantitativamente, es la **orientación** de los granos en la pasta. Esta orientación es especialmente observable cuando hay componentes de morfología alargada en la pasta de modo que éstos se alinean de forma paralela a la superficie durante el proceso de fabricación de la pieza.

⁴⁸ Si el tamaño de los granos es predominantemente inferior a 0.1 mm la cerámica se considera “densa”, si es entre 0.1-0.33 mm se considera que es de “grano fino”, entre 0.3 y 1 mm es de “grano pequeño”, de 1 a 3.3 mm de “grano medio” y si posee granos superiores a 3.3 mm es “gruesa” (Riederer 2004).

⁴⁹ Otros (Sauer y Gassner 2009) utilizan los términos dominante (> 20 granos), muy frecuente (10-19 granos), frecuente (5-9 granos) y subordinado (2-4 granos) establecidos sobre un campo de visión representativo de la sección, es decir, a bajos aumentos.

Respecto a la **porosidad** de la sección, ésta está estrechamente relacionada con el proceso de fabricación. Debe consignarse el número de poros, su tamaño, su forma y orientación, a partir de las mismas técnicas descritas con los anti-plásticos. Algunos estudios distinguen al microscopio entre porosidad macroscópica dividida entre cavidades equi-dimensionales o no equi-dimensionales superiores a 50 μm y microscópica, con poros de un tamaño inferior a 50 μm .

El estudio petrográfico nos informa también de la **esfericidad** de los distintos componentes minerales de la pasta. Con esta variable se pretende establecer la esfericidad, es decir, el grado de desgaste que han sufrido los diferentes granos minerales (Harvey y Blatt 1982: 109; Streeten 1982; Barraclough 1992; Allen 1989: 193-197). Este parámetro se relaciona con la angulosidad de los límites y esquinas de los granos que pueden dividirse en cuatro grandes categorías⁵⁰: angular, sub-angular, sub-redondeado y redondeado. La forma de las inclusiones refleja el grado de alteración, consecuencia de procesos erosivos a las que han estado sometidas. Dependiendo del tipo de mineral podemos argumentar que, a mayor erosión existirá un mayor grado de redondez.

6.3.3. Aplicación arqueológica de los petrogrupos.

Toda esta metodología centrada en la composición petrológica y el estudio textural de la pasta constituye una de las distintas técnicas que se han utilizado para caracterizar algunos rasgos tecnológicos de la cerámica. Su inclusión en la rutina analítica es importante ya que puede ayudarnos a establecer algunos aspectos importantes para el análisis arqueológico.

6.3.3.1. El área de procedencia de la pieza.

El estudio por lámina delgada de la fracción gruesa de la pasta cerámica proporciona información del área procedencia ya que los componentes minerales pueden variar considerablemente de un lugar a otro, dependiendo de las características geológicas regionales y las conductas desarrolladas por los alfareros.

⁵⁰ Si bien existen una variada terminología más compleja que comprende más sub-categorías (Nesse 1991: 112; Mackenzie y Adams 1994: 10-12), nosotros vamos a utilizar, por su simplicidad, la comentada. Sólo en casos concretos se realizará una descripción más específica de la morfología de los granos.

El estudio petrológico de la cerámica mediante lámina delgada nos proporciona información sobre las propiedades de las materias primas utilizadas ya que, en primera instancia, la composición de los materiales refleja unos rasgos geológicos, característicos del lugar del que se extrajeron las materias primas con las que se confeccionó la cerámica. Uno de los objetivos de la petrología es establecer la procedencia y la naturaleza de la arcilla y los desgrasantes utilizados en la producción (Riley 1982; Rice 1987: 413-425; Larrea *et al.* 1999; Espí Pérez 2000; Cau *et al.* 2004; Riederer 2004; Ortega *et al.* 2005; Peterson 2009; Sauer y Gassner 2009).

Una vez los minerales de una petrofabrica se han determinado pueden compararse con los depósitos geológicos de la región de la que la pieza procede. Esta fase es delicada y puede exigir de un programa de análisis de los atributos y de las inclusiones presentes en las fuentes de materia prima del entorno, que pueden utilizarse como indicadores de referencia. En este sentido, algunos autores han establecido el origen de las vasijas mediante el estudio exhaustivo de las cerámicas mediante DRX, FRX y lámina delgada, y a partir de su comparación con las fuentes de arcilla disponibles en el entorno o en los propios sedimentos presentes en el yacimiento (Peacock 1969; Capel 1983; Heidke y Miksa 2000; Spataro 2002: 40).

A menudo, la composición mineralógica de las cerámicas es idéntica a la observada en depósitos arcillosos del entorno; en estos casos donde existe una proximidad geológica podemos plantear que las cerámicas son locales⁵¹. En casos donde la composición no se relacione de forma concluyente con el entorno local pero sí con la geología adscrita a otros yacimientos de Mallorca podemos establecer una procedencia regional, es decir superior a los 4 km. Finalmente, productos que no muestren atributos mineralógicos acordes a la geomorfología de la isla serán considerados foráneos y, por tanto, externos a la isla. En estos últimos casos, sólo podremos establecer una serie de fuentes potenciales de procedencia en función de la distancia de los recursos compatibles y su relación con los derroteros observados en la isla. En definitiva, la petrología constituye una herramienta muy útil para definir, eficientemente, el origen de las materias primas utilizadas en la producción cerámica, proporcionando cierta información que puede contrastarse con los depósitos del entorno (Spataro 2002: 36).

⁵¹ En algunos estudios (Spataro 2002: 40) se considera local a una materia prima obtenida a menos de 15 km o a menos de media jornada de distancia. En el caso de la isla, los estudios espaciales sugieren la presencia de territorios menor extensión.

El estudio de láminas delgadas de la cerámica posibilita, en algunos casos, identificar la micro-fauna que estuvo presente en los sedimentos utilizados para confeccionar cerámica aportando, por tanto, información referida a la procedencia y al proceso de fabricación. Organismos como los foraminíferos y los ostrácodos son, a menudo, visibles en lámina delgada y su presencia debe relacionarse a la utilización de arcillas propias de depósitos sedimentarios. Estas inclusiones son, por tanto, indicativas de la edad geológica de los recursos, de forma que pueden aportar, además, información potencial en relación a los materiales utilizados por las sociedades prehistóricas. Esta aplicación resulta relevante en la investigación de la tecnología para determinar el origen de las materias primas, así como posibles intercambios de materiales (Capel y Delgado 1978; Riley 1982; Gibson y Woods 1990: 22; Bernal Casasola y García Jiménez 1999; Spataro 2002: 38; Quinn y Day 2007a).

6.3.3.2. Procesos de fabricación.

Uno de los problemas planteados para la petrografía arqueológica surge de las deficiencias de la utilización de una metodología puramente geológica. En el estudio de la cerámica se producen variaciones en la composición mineralógica de las materias primas originales ocasionadas por los procesos de preparación de la pasta y por la cocción y deposición de las vasijas. Este hecho exige tener en cuenta ciertos aspectos de índole más antropológica que geológica en el estudio petrológico de minerales, rocas y sedimentos (Capel *et al.* 1990).

De este modo, las petrofábricas observadas en productos cerámicos pueden ser más o menos gruesas dependiendo de las acciones que realizan los alfareros. El porcentaje de anti-plásticos, su tamaño y su distribución son consecuencia de las técnicas utilizadas por los alfareros en la preparación de la arcilla y la fabricación de la pieza. Como se ha señalado, podemos estudiar una pasta determinada a partir de variables texturales que están relacionadas, en muchos casos, con el proceso de manufactura. Los rasgos de las cerámicas tienen su razón de ser en factores tecnológicos ligados al proceso de fabricación que a su vez determinan el producto final obtenido.

El estudio petrográfico resulta adecuado también para identificar, mediante la constatación de variables como la forma, el origen, el tamaño y la cantidad, si los antiplásticos son naturales o, por el contrario, han sido añadidos intencionalmente por el artesano a la pasta para modificar las propiedades de la arcilla seleccionada (Fig. 40). El alfarero puede alterar la composición mineralógica de la pasta mediante la sustracción o la adición de determinados componentes minerales (Gibson y Woods 1990: 19-20, 117; Larrea *et al.* 1999; Velde y Druc 1999; Espí Pérez 2000; Soltman 2001; Riederer 2004; Ortega *et al.* 2005).

Finalmente, el estudio óptico del grado de vitrificación de la matriz⁵² y el grado de descomposición de determinadas inclusiones o desgrasantes, puede proporcionar importante información sobre los procesos de cocción. Mediante lámina delgada podemos observar, por ejemplo, la transformación de calcita en dióxido, así como los diversos grados de alteración de este mineral. También, mediante microscopio petrográfico, podemos observar claramente en la sección el carácter más o menos abrupto de transiciones relacionadas con la utilización de diferentes atmósferas para cocer las piezas (Gibson y Woods 1990: 259; Barrios *et al.* 2001; Spataro 2002: 39-40; Risch y Gómez Gras 2003; Cau *et al.* 2004; Riederer 2004; Ortega *et al.* 2005).

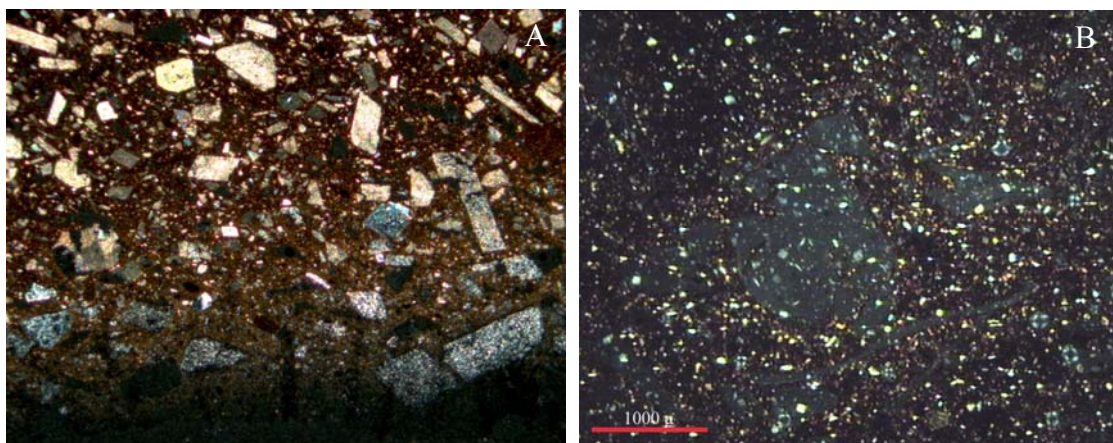


Figura 40. Microfotografías de dos petrofábricas diferenciadas. A) Petrofábrica (SM-1351) compuesta por abundante calcita espática de grano grueso y morfología angulosa, también se pueden observar algunas alteraciones térmicas hacia la base de la imagen (XPL, campo de visión = 2700 μ m). B) Petrofábrica con una matriz porosa rica en cuarzo mono-cristalino de tamaño sub-milimétrico (XPL, GLG-Mc-6).

⁵² Para ello hay que examinar la matriz utilizando luz polarizada con nicoles cruzados. La presencia de una matriz isotrópica y carente de birrefrencia nos indica una pasta vitrificada remitiéndonos a cerámicas cocidas a altas temperaturas ya que la vitrificación se inicia alrededor de los 850 °C. Cuando la matriz es anisotrópica y birrefregente indica la ausencia de esta fase vítrea en la cerámica (Spataro 2002: 39-40; Peterson 2009).

6.4. Fluorescencia de Rayos X (FRX).

6.4.1. Metodología de trabajo.

La composición química de los materiales se ha determinado mediante Fluorescencia de Rayos X (FRX)⁵³. La FRX es una técnica espectroscópica que utiliza la emisión secundaria o fluorescente generada al excitar una muestra con una fuente de radiación X. En este tipo de análisis, el espécimen es irradiado por rayos X primarios procedentes de un tubo con medios radioactivos. Los rayos X emitidos desplazan o expulsan electrones de las capas interiores de los átomos que componen los elementos químicos que constituyen el objeto. En esta situación, los niveles de energía vacantes se cubren con electrones de los niveles exteriores, y el exceso energético resultante de esta transición se disipa en forma de fotones, es decir, radiación X fluorescente o secundaria. Estos rayos X secundarios poseen una longitud de onda característica que está en función del gradiente energético existente entre los orbitales electrónicos implicados. Ésta puede ser percibida a través de un analizador o detector semiconductor multicanal. El resultado final es un espectro que muestra, mediante una serie de picos, la intensidad de los rayos X en función de la longitud de onda obtenida. Cada elemento de la tabla periódica tiene unas longitudes de onda determinadas, por lo que los elementos constitutivos de un componente desconocido pueden ser identificados. De esta manera, esta técnica, permite obtener información referida a los elementos mayoritarios, minoritarios y elementos traza que están presentes en la cerámica. A partir de la longitud de onda, se pueden realizar también determinaciones sobre sus concentraciones en base la intensidad de las mismas y a través de calibraciones o correcciones (Cuomo Di Caprio 1984; Rice 1987: 393; Pollard y Heron 1996; Aboal *et al.* 2003: 89; Garrison 2003; Martínez *et al.* 2006; Pollard *et al.* 2007).

La rutina analítica ha consistido en la preparación de la muestra en polvo, utilizando el pulverizador indicado en los análisis de DRX, y su posterior secado en una estufa a 80 °C durante 4 horas. El análisis químico elemental se ha realizado utilizando 1.5 g del polvo obtenido de cada muestra y a partir de pastillas prensadas. El análisis se ha realizado con un espectrómetro de rayos X de última generación *Philips Magix Pro* (PW2400).

⁵³ Los análisis de FRX y la preparación de las muestras se ha realizado en la *Unidad de Archeometría de los Servicios Científico-técnicos* de la *Universidad de Alicante*.

El PW2400 es un espectrómetro secuencial con un canal de medida gobernado por un goniómetro que cubre la totalidad del rango de medida del instrumento. El instrumento está equipado con un ánodo de rodio y una ventana de berilio con una potencia de 4 Kw, dos colimadores primarios (150 y 300 μm de espaciado) y cinco cristales analíticos (LiF200, PE002, PX1, LiF220 y Ge111) que optimizan la resolución de los espectros. La medida de la muestra se realiza en atmósfera de helio y soportada en un film de poliéster (Mylar®). Los elementos químicos que se han detectado son los que se pueden detectar sin problemas mediante FRX, es decir, los comprendidos entre el flúor y el uranio (Warren y Shadforth 1999). De este modo, se han considerado los siguientes elementos y óxidos: Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MnO , P_2O_5 , TiO_2 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , SiO_2 , Ba, Rb, I, Zr, Y, S, Cl, Sr, Zn, Ni, Cr.

El espectrómetro se controla por un ordenador externo en el que se ejecuta el software analítico *SuperQ*, formado por un conjunto de programas que permiten adquirir, calibrar y analizar los datos, obteniendo un análisis cualitativo de la muestra (Fig. 41). A nivel cualitativo, el uso de parámetros estadísticos, permite distinguir qué elementos son los que pueden estar presentes en la muestra de aquellos que se sitúan por debajo del límite de detección. De este modo, se reducen las posibilidades de incluir elementos no presentes (falsos positivos) en la muestra y también de no identificar elementos que sí lo están (Warren y Shadforth 1999; Martínez *et al.* 2006).

Como complemento a las determinaciones cualitativas se dispone del programa informático *IQ+* para realizar análisis semi-cuantitativos en todo tipo de muestras. El análisis semicuantitativo se basa en barridos rápidos en los que se realiza la identificación automática de elementos así como la determinación de intensidades netas. Este tipo de software corrige las interferencias espectrales más habituales en base a parámetros físicos fundamentales. Para ello, se utilizan datos procedentes de los rayos X físicos para calcular matemáticamente los coeficientes de corrección (“alfas teóricos”) de las interferencias inter-elementales (efectos matriciales⁵⁴) para cada uno de los elementos detectados a partir de valores físicos fundamentales y en base a la composición elemental total de la muestra.

⁵⁴ Estos efectos se pueden derivar de tres factores: 1) De la absorción por parte de la matriz de algunos rayos X capaces de causar la fluorescencia del elemento que está en proceso de análisis. 2) De la absorción de una parte de la radiación fluorescente del elemento en proceso de análisis por parte de otro elemento químico de la matriz. 3) Al incremento de la señal que se produce cuando la radiación procedente de la matriz es menor que el límite de absorción del elemento en proceso de análisis y causa una fluorescencia adicional en este elemento provocando el incremento de su señal (Tsantini 2007: 170).

El procedimiento sigue un proceso iterativo que, finalmente, proporciona las concentraciones de los distintos elementos mediante una única calibración inicial (Warren y Shadforth 1999). El método de parámetros fundamentales facilita realizar calibraciones universales sobre un amplio margen de concentraciones y resulta muy efectivo en caso de analizar muestras de silicatos de matriz compleja como rocas, minerales o materiales cerámicos. Para favorecer una mejor cuantificación y minimizar problemas derivados de la heterogeneidad de la muestra se ha utilizado el polvo utilizado para DRX, inferior a 30 μm . Controlando el tamaño de grano y utilizando parámetros fundamentales se puede conseguir establecer una calibración fiable. La semicuantificación de la muestra realizada con el programa informático *IQ+* ha sido normalizada al 100%.

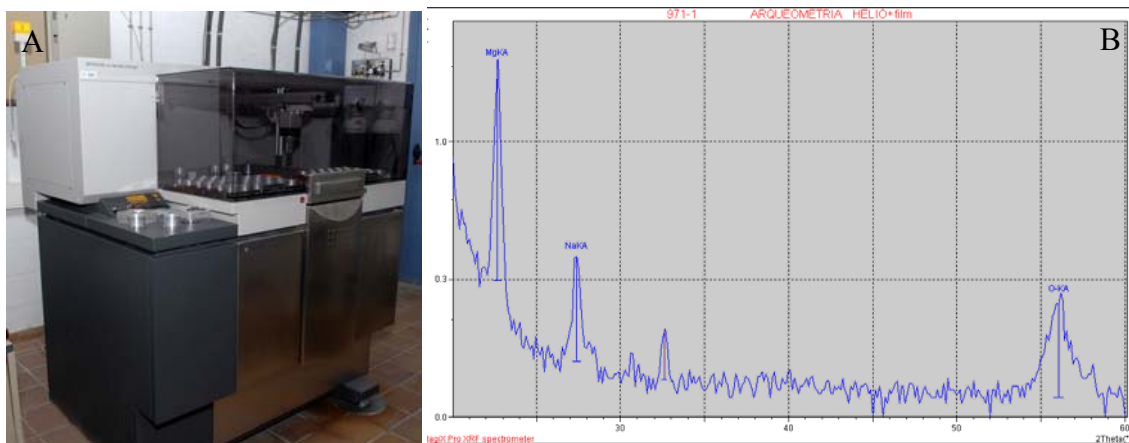


Figura 41. A) Espectrómetro de rayos X *Philips Magix Pro* (PW2400). B) Espectro mostrando la identificación de varios elementos químicos de una muestra analizada mediante FRX.

6.4.2. Análisis químicos y cerámicas arqueológicas.

En arqueología, los métodos de análisis químico se utilizan con varios objetivos⁵⁵. En nuestro caso, el análisis químico resulta de utilidad especialmente en la investigación del origen de los objetos, su tecnología de fabricación y la detección de fases postdeposicionales.

⁵⁵ La evolución de este tipo de análisis y su aplicación general en arqueología y en concreto en arqueometría cerámica pueden consultarse en (Martinón-Torres 2003; Mommsen 2004; Pollard *et al.* 2007: 5; Tsantini 2007; Trojanowicz 2008).

De esta manera, los estudios que se centran en establecer la composición química, por ejemplo, a partir de Fluorescencia de Rayos X (FRX) o activación neutrónica (INAA), se complementan bien con los estudios que abordan la composición mineralógica y textural de las muestras. Con estas técnicas, se pueden identificar, además, pequeñas diferencias en la composición de las muestras, de modo que, los análisis químicos pueden constituir una herramienta muy útil para abordar aspectos que no se pueden afrontar con otras técnicas. Así pues, el análisis químico permite hacer agrupaciones de las cerámicas en función de diferentes orígenes geoquímicos en áreas que resultan mineralógicamente uniformes. Este aspecto resulta especialmente relevante ya que, en muchos ambientes sedimentarios como los típicos del Mediterráneo, el estudio petrográfico y mineralógico puede resultar insuficiente, dada la similitud geológica, para establecer el origen preciso de las piezas (Riley 1982; Capel 1983; Cuomo Di Caprio 1984: 238-244; Pollard y Heron 1996: 101-102; Morales 2005: 114; Potter *et al.* 2005: 171).

Este tipo de aproximaciones al registro cerámico se iniciaron en los años 80, especialmente en el estudio de cerámicas del Mediterráneo Oriental y Oriente Próximo. En estas zonas geográficas, la caracterización de la composición y la tecnología de los materiales cerámicos, ha tenido una larga trayectoria y se han podido establecer con bastante precisión áreas de producción y flujos de intercambios de materiales e ideas. El objetivo, ha consistido en establecer grupos de referencia relacionados con determinados centros productores y profundizar en el conocimiento de los intercambios que se producían entre diversos yacimientos o áreas. Mediante este planteamiento, se abordan aspectos económicos y sociales ligados a la fabricación y distribución de la cerámica. Los rasgos de la producción y los patrones de distribución de cerámica se reflejan a partir del grado de variabilidad de la composición y mediante los procesos que conducen a la homogeneización y estandarización del registro. De esta manera, en algunos casos, los análisis mineralógicos y, especialmente los químicos, se utilizan para visualizar formalmente qué variaciones se producen en el conjunto cerámico permitiendo un análisis comparativo de los datos y cuantificando el alcance de dichos procesos (Riley 1982; Bishop *et al.* 1990; Tite 1999; Spataro 2002: 36; Withbread 2003; Maritan *et al.* 2005; Pollard *et al.* 2007).

El *postulado de procedencia* (Buxeda *et al.* 1995; Cau 2003: 155; Tsantini 2007: 132) es considerado un concepto básico en los estudios de procedencia cerámica a través de los datos químicos. Éste asume que la composición química de la cerámica cocida es representativa, en gran medida, de la composición química de la materia prima o la arcilla principal con la que se confeccionó la pieza. El primer factor que afecta a la variabilidad composicional de los materiales es la variabilidad natural inherente en las materias primas utilizadas en la producción de las cerámicas. Esta variabilidad natural depende, en gran medida, de la geología local. Los estudios de procedencia en base a la composición química están, por tanto, ligados al principio de área geoquímica. Este concepto comprende, que una determinada área geográfica tiene una composición petrográfica y geoquímica que se concreta en una serie de rocas. A nivel interno, estas áreas pueden presentar diversas sub-áreas más similares entre sí, siendo muy difícil, en algunos casos, distinguir el origen de piezas fabricadas con arcillas de las distintas sub-áreas. En este tipo de situaciones, sólo se puede concretar una *zona mínima de atribución de procedencia* en la que englobar los individuos. Por otro lado, están las llamadas *zonas de conjunción*, zonas distantes entre sí geográficamente pero con unas características geoquímicas y petrográficas similares, por lo que puede ser difícil diferenciarlas, aunque no imposible.

En resumen, dependiendo de la geología local y la variación composicional de las vetas de arcilla, las materias primas utilizadas en la producción cerámica pueden variar composicionalmente entre ellas. La variabilidad interna entre distintos depósitos arcillosos, y en un mismo depósito, y su distribución en el territorio afectan, significativamente, a la variabilidad observada en las pastas cerámicas. En este sentido, las vetas de arcilla pueden no presentar variaciones significativas en su composición mineralógica, pero en cambio, pueden tener diferencias significativas en su composición química. De este modo, en algunas ocasiones, es posible establecer relaciones químicas consistentes entre determinadas cerámicas en referencia a las arcillas utilizadas en su producción y su probable origen (Echallier 1984; Van As 1984; Rice 1987: 414; Pollard y Heron 1996: 101; Arnold 2000; Cau 2003: 155; Potter *et al.* 2005: 171).

Así pues, como señala J. Capel (1983), “*Desde el punto de vista químico una cerámica que no contenga agregados artificiales mantiene un comportamiento igual a la roca madre de donde procede. Sus componentes químicos no sufren ninguna modificación salvo la pérdida de agua unida a una reestructuración molecular de las arcillas*”.

Cabe considerar, por tanto, que, salvo algunas excepciones, la variación química será mayor entre dos zonas de aprovisionamiento distintas que la que se pueda producir en una misma fuente de recursos. Ello conlleva a deducir que, de forma analítica y en función de un origen geológico distinto, podemos distinguir cerámicas fabricadas a partir de distintas materias primas. Como señala Tite (2008: 225), “*Chemical analysis for major, minor and trace elements provides a compositional ‘fingerprint’ for grouping together pottery made from the same raw materials and for distinguishing between groups of pottery made from different raw materials.*”

Las diferencias entre los distintos depósitos pueden relacionarse tanto con variaciones en los elementos presentes, como con diferentes asociaciones o concentraciones de elementos. Como este planteamiento indica, desde un punto de vista geoquímico, la potencialidad de esta técnica se relaciona con las materias primas arcillosas utilizadas. Sin embargo, por un lado, la cerámica puede contener agregados que no se hallan presentes en las arcillas, por otro lado, algunos que estaban presentes en éstas pueden desaparecer o transformarse. La cerámica está sujeta a cambios físicos, químicos y mecánicos en las múltiples etapas que tiene su ciclo de vida, desde que el alfarero selecciona la arcilla hasta que el arqueólogo la desentierra y el conservador la almacena. De este modo, realizar una aproximación geoquímica a la cerámica exige conocer, en la medida de lo posible, las alteraciones que, con una mayor probabilidad, pueden producirse en cada elemento químico de la cerámica y en las distintas etapas de su ciclo de vida. Estas alteraciones se relacionan con procesos ajenos a la materia prima utilizada como son los procesos de fabricación, uso, deposición, excavación, almacenamiento y análisis de la cerámica (Stewart 1990; Morzadec 1993: 17-18; Buxeda 1999; Tsantini 2007; De la Fuente 2008; Tite 2008).

Estas alteraciones puede concretarse, básicamente, en:

- *Adición de agua*: La mezcla de agua con la arcilla realizada por el alfarero para modelar la pieza puede alterar la composición química de la pieza, si bien estas alteraciones se limitan a sales altamente solubles formadas, principalmente, de potasio o sodio. Por otro lado, la adición de agua de mar puede contribuir a aumentar la cantidad de cloro presente en la cerámica. De todos modos, algunos autores señalan que la adición de agua no desvirtúa, normalmente, la relación composicional entre cerámicas y arcillas (Echalier 1984; Arnold 2000).

- *Decantación de la arcilla*: Mediante procesos como el levigado o la sustracción manual de algunos anti-plásticos, los alfareros alteran la composición química, mineralógica y textural original de las materias primas seleccionadas (Blackman 1992; Pollard y Heron 1996: 101; Mommsen 2004; Sterba *et al.* 2009).
- *Adicción de desgrasantes o arcillas*: La adición de desgrasantes puede alterar enormemente la composición química, mineralógica y textural de la pasta cerámica así como minimizar las diferencias composicionales existentes entre dos productos con un origen distinto. De todos modos, acciones como la decantación de la arcilla o la adición de desgrasante pueden controlarse e identificarse mediante la aplicación auxiliar de otras técnicas. Caracterizando también la textura, la micro-estructura y la composición mineralógica de las piezas, así como las posibles transformaciones que se han desarrollado en la pasta, podemos realizar una interpretación de los datos químicos más eficaz en términos arqueológicos (Neff *et al.* 1988, 1989; Blackman 1992; Pollard y Heron 1996: 101; Livingstone-Smith 2000; Mommsen 2004; Sterba *et al.* 2009).
- *Cocción*: Otro factor que aumenta la distorsión existente entre la composición de las cerámicas y la composición química original de las materias primas utilizadas deriva de la cocción. A determinadas temperaturas, se producen reacciones químicas en la pasta que se traducen en cambios de la composición mineralógica y química de la cerámica que deben tenerse en cuenta a la hora de establecer el origen de las piezas (Kilikoglou *et al.* 1988; Pollard y Heron 1996: 101; Arnold 2000; Buxeda *et al.* 2002).
- *Uso*: La composición de la cerámica puede verse afectada por la introducción de nuevos elementos en la pasta a través de su uso para cocinar, servir y almacenar productos líquidos y sólidos. Este tipo de procesos pueden aumentar, por ejemplo, la cantidad de fósforo presente en la pasta (Dunnell y Hunt 1990; Bollong *et al.* 1993; Pollard y Heron 1996: 133; Arnold 2000; Klein *et al.* 2004; Maritan y Mazzoli 2004; Ortega *et al.* 2005; De la Fuente 2008).

- *Deposición:* Una vez utilizadas las piezas son depositadas durante largos periodos de tiempo hasta que los arqueólogos las extraen de su contexto de deposición. Durante este lapso de tiempo se pueden producir fenómenos tafonómicos que provocan cambios en la composición química y mineralógica de las piezas cerámicas, especialmente en aquellos elementos con una mayor capacidad para intercambiar cationes⁵⁶ (Maritan y Mazzoli 2004; Pollard *et al.* 2007; De la Fuente 2008; Tschegg 2009). En este proceso, interviene enormemente la composición del medio en el que se deposita la cerámica ya que “...*underground water moves through the pores structure, and is controlled by the distribution of the pores spaces. Saturated soils are characterized by the fact that all the pores are full of water, and inversely, unsaturated soils are those which present partially water-empty pores*” (De la Fuente 2008: 22). En un proceso cíclico, las soluciones acuosas se introducen en los poros de la cerámica y se evaporan posteriormente favoreciendo la cristalización de sales insolubles en los huecos. Cuando se produce este fenómeno, los cristales que forman estas sales aumentan de volumen, favoreciendo la formación y la propagación de fracturas en la pared cerámica. La hidrólisis favorece, además de la aportación de elementos foráneos, la neo-formación de algunas fases mineralógicas, como la calcita y los filosilicatos, que habían iniciado su descomposición durante la cocción (Nuñez *et al.* 1989, 1991 y 2002; Buxeda y Cau 1995; Cau *et al.* 2002).
- *Recogida y almacenamiento de las muestras:* Este proceso implica desde contaminaciones de los componentes orgánicos presentes en las muestras mediante la introducción de ácidos grasos durante la manipulación de las cerámicas, hasta la cristalización de sales, como la calcita durante el proceso de almacenaje y depósito de las piezas cerámicas (Pollard *et al.* 2007; De la Fuente 2008).

⁵⁶ En cerámicas estos elementos son principalmente Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ (De la Fuente 2008).

- *Proceso de análisis:* Finalmente, los resultados químicos obtenidos mediante FRX también están sujetos a la variancia del muestreo utilizado y a la variancia analítica introducida por los límites de detección del instrumental y los errores derivados de los métodos de calibración y de preparación de muestras empleados.

Como se puede apreciar, las agrupaciones que se realizan de la cerámica mediante métodos químicos no se asocian, directamente, con diferentes materias primas, sino más bien, con diferentes pastas cerámicas que han sufrido procesos más o menos semejantes. Por un lado, los alfareros someten a las arcillas a una serie de procesos que pueden alterar la composición de la materia prima original. De este modo la composición obtenida es, en última instancia, el producto de las acciones realizadas por el alfarero sobre la materia prima. La composición química de la pieza es representativa de un origen geoquímico concreto, pero también de una serie de rasgos técnicos como la depuración de la pasta o la adición de desgrasantes (Tite 2008). Por otro lado, las personas han usado, depositado, recogido y estudiado la cerámica, por lo que han podido producirse otras alteraciones en la composición posteriores al proceso de fabricación. En definitiva, al tratar de establecer el origen geoquímico de una cerámica, múltiples factores perturbadores deben controlarse. Al estudiar la variancia total en la composición de la cerámica, debemos considerar tanto factores relacionados con los procesos de fabricación y uso, como otros asociados a alteraciones de la composición relacionados con procesos postdeposicionales, analíticos y de muestreo (Buxeda 1999a, b).

Sin embargo, salvando las distancias y *a priori*, todos los productos hechos por los artesanos a partir de una misma masa de arcilla bien homogeneizada tienen la misma composición elemental. En este sentido, el análisis químico resulta útil, no sólo para adscribir piezas con un origen similar, sino que también proporciona información relacionada con la tecnología de la cerámica. La composición química de la cerámica refleja, además del origen, diferentes pastas como consecuencia de cambios en las recetas, en las materias primas o en las técnicas utilizadas en los procesos de fabricación (Banning 2005: 165).

La dispersión de las concentraciones de determinados elementos en un tipo de pasta fabricada de una determinada manera y con determinados materiales debe ser, por tanto, menor que la dispersión observada entre distintas pastas. Como hemos visto, piezas fabricadas con materiales y tecnologías semejantes deben tener una composición similar que puede conocerse si se analizan las muestras con una precisión y un número suficiente de elementos. Cuando un alto número de elementos se analizan y los valores obtenidos se sitúan en un rango poco sensible estamos en disposición de realizar agrupaciones sólidas y consistentes de las muestras así como sugerir una producción común.

6.4.3. Establecimiento de *Grupos de Referencia* (GR).

Aunque puede resultar útil, en algunos casos, analizar depósitos arcillosos de una región concreta, el procedimiento habitual en el estudio químico de la cerámica no consiste en comparar las cerámicas con una materia prima geográficamente definida, sino con cerámica cocida con una procedencia conocida. Pocos estudios han tratado de correlacionar la composición química de la cerámica con la de las arcillas en estado natural, precisamente a causa de todos los factores perturbadores comentados anteriormente (Pollard y Heron 1996: 106; Gómez y Doherty 2000; Gómez *et al.* 2002; Mommsen 2004; Turbanti 2004; Potter *et al.* 2005: 170; Sterba *et al.* 2009).

De este modo, como señalan Gómez *et al.* (2002: 24) establecer este tipo de vínculos es complicado ya que como se ha visto “...*clays are commonly mixed during the production process and pastes are levigated and tempered. Some clay sources were also undoubtedly exhausted in Antiquity. Thus the source provenance of pottery is typically elucidated through comparisons with reference ceramics in control groups that are derived from sites where either the presence of a kiln or product abundance implies production...*”

Así pues, resulta analíticamente más útil comparar la composición química de los distintos materiales cerámicos con otros materiales que tengan una procedencia conocida. En nuestro caso, carecemos de estudios previos de cerámicas prehistóricas de Mallorca que hayan contemplado el establecimiento de Grupos de Referencia, es decir grupos que en el ámbito químico son composicionalmente homogéneos. Al no poseer grupos cerámicos de referencia con los que comparar los datos, el trabajo se ha centrado en formalizar los posibles grupos de referencia que se asocian al material seleccionado.

Los estudios arqueométricos (Buxeda *et al.* 1995; Buxeda y Cau 1998; Buxeda *et al.* 2001; Gómez *et al.* 2002; Buxeda *et al.* 2003; Cau 2003; Tsantini *et al.* 2004; Barone *et al.* 2005; Madrid y Buxeda 2005; Tsantini 2007; Buxeda y Madrid 2009) que se han centrado en el establecimiento de grupos de referencia mediante métodos químicos suelen seleccionar muestras procedentes de contextos productores, donde hay más posibilidades de establecer grupos de referencia asociados a un origen local. Por este motivo, normalmente las muestras suelen estar relacionadas con talleres, hornos o áreas de trabajo y, en última instancia, con yacimientos o zonas arqueológicas que pueden actuar simultáneamente como centros receptores y consumidores. En estos últimos contextos, existe *a priori*, una mayor incertidumbre sobre el origen local o foráneo de las piezas que se analizan. En nuestro caso hemos seleccionado tres centros (*Puig de Sa Morisca*, *Closos de Can Gaià* y *Turó de ses Abelles*) en los que presuntamente se confeccionaban y consumían cerámicas. Por otro lado, el turriforme escalonado de *Son Ferrer*, al no ser un yacimiento de hábitat, puede considerarse como un yacimiento receptor de cerámica y no como un centro productor.

La caracterización, mediante métodos químicos, de talleres y centros productores ha tenido un gran desarrollo en los estudios de cerámicas, especialmente en las de época clásica. Como se ha señalado, este procedimiento, en este tipo de cerámicas, tiene como objetivo prioritario conocer la distribución de los productos cerámicos de centros productores, con la finalidad de indagar en las relaciones económicas y comerciales de las distintas sociedades a las que se asocian las cerámicas. Sin embargo, como señala J. García Rosselló (2008: 52) esta estrategia ha tenido una repercusión más limitada en los estudios de cerámicas prehistóricas.

Ello se debe a tres factores, por un lado, al carácter grosero que, a diferencia de las cerámicas a torno, suelen presentar las pastas de sociedades prehistóricas lo que limita, por su heterogeneidad, el potencial de los análisis químicos de pastas. Por otro lado, la restringida distribución que se supone, tienen las cerámicas de sociedades prehistóricas. Se asume, normalmente, que estas cerámicas siguen un patrón de fabricación y consumo estructurados a nivel local y por ende, se considera que los estudios de distribución a partir de las pastas resultan de escasa utilidad para estudiar las relaciones socio-económicas existentes entre distintos grupos humanos. Finalmente, su escasa aplicación ha derivado de la dificultad, dado el escaso registro material que suele vincularse con producciones a mano, para identificar talleres, áreas de producción u hornos en los yacimientos prehistóricos.

Todos estos factores limitan el potencial de este método para establecer grupos de referencia composicionales en cerámicas prehistóricas. Además, la interpretación arqueológica de grupos de referencia asociados a cerámicas de asentamientos no productores, como yacimientos rituales o necrópolis, puede resultar francamente complicada si carecemos de grupos composicionales con los que comparar las muestras.

De este modo, el enfoque utilizado en el estudio de cerámicas a torno, muchas de ellas de importación y muy bien sistematizadas crono-culturalmente, suele resultar de una utilidad más limitada en cerámica prehistoria. En todo caso, si bien el estudio de los patrones de distribución en cerámica prehistórica pueden ser más limitados, éstos no resultan completamente estériles. A largo plazo y analizando amplias series de muestras se pueden obtener resultados interesantes en este sentido. En mi opinión, el establecimiento de grupos de referencia en cerámicas prehistóricas es potencialmente apto para el estudio de los intercambios de materiales. Gracias al análisis químico de series importantes de muestras, pertenecientes a los lugares en los que se producen y usan las cerámicas, es posible establecer los grupos de referencia de esa localización. Este tipo de aproximaciones permiten, a largo plazo, mediante la caracterización de distintos centros productores, trabajar con la distribución de las piezas a un nivel interregional. Por otro lado, la caracterización de la composición química también ayuda en la discriminación de individuos que no pertenecen a producciones locales ya que éstos suelen presentar una composición característica y peculiar. En estos casos, sólo cuando su origen diferencial está asegurado analíticamente éstos pueden considerarse como una importación (Buxeda 1999; Arnold 2000; Stark *et al.* 2000; Buxeda y Kilikoglou 2003; Hein *et al.* 2004; Maritan y Mazzoli 2004; García Rosselló 2008: 52).

Sin embargo, y de mucha más utilidad a corto y medio plazo en los estudios de cerámicas prehistóricas, el establecimiento de Grupos de Referencia a nivel químico contribuye también al estudio de la utilización de determinados tipos de materias primas y soluciones tecnológicas asociadas a determinados contextos crono-funcionales. Estos Grupos de Referencia se refieren, en primera instancia, a agrupaciones de pastas, es decir materias primas y/o técnicas de fabricación similares. Podemos explorar, entonces, la variabilidad cerámica y la relación existente entre los grupos de referencia composicional con determinadas formas cerámicas, así como con contextos arqueológicos y espaciales concretos.

6.4.4. Análisis estadístico de los datos químicos.

Hay dos aspectos importantes a la hora de realizar el estudio de los datos químicos. Por un lado, hay que identificar los elementos químicos que más varían entre los individuos analizados. Por otro lado, hay que determinar la variabilidad existente entre los distintos individuos. El establecimiento de los Grupos de Referencia que definen las producciones cerámicas de un yacimiento se realiza caracterizando químicamente el material existente y agrupando los individuos cerámicos según su similitud química a partir de métodos estadísticos. Para conseguir dilucidar la coherencia y la significación existente en los datos, los resultados del análisis químico deben ser tratados estadísticamente mediante técnicas univariantes, bivariantes y multivariantes. Este procedimiento se realiza tanto si se trata de caracterizar un grupo de referencia inicial como para realizar atribuciones de piezas a grupos de referencia ya caracterizados y establecidos. En este sentido, existe un gran debate y escaso consenso sobre qué métodos analíticos deben utilizarse para tratar de agrupar coherentemente los datos, especialmente cuando se utilizan análisis multivariantes (Pollard y Heron 1996: 101; Cau 2003: 156; Tsantini 2007: 174-185).

Por un lado, podemos conocer tendencias básicas en los datos a partir del análisis, en una única variable, de la media aritmética y la desviación típica de los distintos elementos. Por otro lado, el análisis de las covarianzas se puede utilizar para explorar la robustez existente entre la relación de cada par de variables mediante la utilización de coeficientes de correlación lineal (pe. r de Pearson). Finalmente, para establecer los Grupos de Referencia composicional (GR), se utiliza de forma conjunta el cálculo de la *Matriz de Variación Composicional* (MVC) en combinación con el análisis de conglomerados jerárquicos basado en el cálculo de la matriz de distancias.

La Matriz de Variación Composicional constituye una fórmula relativamente sencilla para controlar la variación dentro de un conjunto de datos composicionales⁵⁷. La matriz de datos se realiza a partir de matrices de varianzas y covarianzas que utilizan sucesivamente los distintos elementos como divisores en la transformación de los datos crudos en logaritmos de razones. De este modo, se define una matriz de varianzas de logaritmos de razón simétrica.

⁵⁷El procedimiento matemático de este análisis estadístico así como ejemplos de su aplicación arqueológica pueden consultarse en Aitchison 1986; Buxeda 1999a y b; Milá *et al.* 2000; Buxeda *et al.* 2001; Aitchison *et al.* 2002; Barone *et al.* 2003; Buxeda y Kilikoglou 2003; Tsantini *et al.* 2004; Barone *et al.* 2005; Tsantini 2007; Buxeda y Madrid 2009; Buxeda y Tsantini 2009.

Esta matriz incluye toda la información necesaria para medir la variabilidad total en los datos composicionales, como la variación total⁵⁸ y el grado de variabilidad introducido por cada elemento químico en el conjunto de los datos. La variación total (vt) cuantifica la variación en un conjunto de datos permitiendo establecer el carácter monogénico o poligénico del registro cerámico analizado. Normalmente, una variación baja ($vt < 0.3$) representa producciones monogénicas altamente estandarizadas, es decir, un Grupo de Referencia. Cuando esta variación es alta ($vt > 0.3$), el conjunto analizado no es químicamente monogénico sino poligénico, indicando una composición química heterogénea donde, probablemente, existe más de una producción o grupo de referencia definible. En caso que el conjunto de los datos muestre una composición química heterogénea, hay que comprobar, en primer lugar, que esta heterogeneidad no es debida a la presencia de alteraciones y contaminaciones postdeposicionales. Finalmente, esta matriz, puede utilizarse también para definir qué elementos químicos son más o menos variables dentro del conjunto de datos lo que resulta de utilidad a la hora de explicar, coherentemente, las diferencias existentes entre los distintos grupos de referencia posibles.

Una vez se ha explorado la variación total del conjunto de cerámico y se ha señalado el carácter monogénico o poligenico de los datos, se realizan matrices de distancias. En este sentido, en los estudios químicos de cerámicas se ha puesto énfasis, desde hace un par de décadas, en la importancia que tienen dentro de los análisis agrupativos las diferentes concentraciones que presentan los distintos elementos que componen el material. En los datos composicionales utilizados en los análisis estadísticos hay, normalmente, elementos mayoritarios, minoritarios y elementos traza que presentan distintas concentraciones dentro del peso total de la muestra. La determinación de las distancias sobre las concentraciones originales en crudo estará dominada por los valores de los elementos mayoritarios, ya que son éstos los que presentan mayores concentraciones. Aunque se produzcan diferencias importantes entre los elementos traza de las cerámicas éstas serán tan pequeñas en términos absolutos que no se considerarán en las matrices de distancias euclidianas y en las representaciones realizadas.

⁵⁸ La variación total (vt) cuantifica la variación contenida en un conjunto de datos y se relaciona con las distancias euclidianas de todos los individuos (Buxeda y Kilikoglou 2003).

En este tipo de estudios, donde se utilizan métodos estadísticos multivariantes basados en el cálculo de una matriz de distancias como el Análisis de Conglomerados Jerárquicos o el Análisis de Componentes Principales, es conveniente estandarizar los datos composicionales antes de calcular la matriz de distancias (Potter *et al.* 2005: 170; Tsantini 2007: 181). El procedimiento más común⁵⁹, utilizado para evitar las limitaciones que impone en los datos composicionales la utilización de la suma unidad al 100%, consiste en transformar los datos crudos obtenidos en los análisis químicos a partir de funciones logarítmicas. En nuestro caso, se han transformado los datos en logaritmos de razón. Como señala E. Tsantini (2007: 185) “...la transformació en logaritmes de raons es la via per evitar tots els problemes que presenten les dades composicionals, així com per evitar els problemes de l’adició de desgreixadors o problemes d’alteració o/i contaminació. També soluciona els problemes deguts a la pèrdua al foc. En el present, aquest tipus de tractament de les dades multivariants encara s’observa en molts pocs estudis de provinença, que majoritàriament apliquen altres diversos models estadístics per tractar les dades composicionals”.

Si bien este método de normalización de los datos se ha considerado una revelación, algunos autores sostienen que, en ocasiones, pueden obtenerse resultados más interesantes o muy parecidos sin transformar los datos (Baxter 1994, 2000). “...log-ratio analysis (LRA) is not widely used with archaeometric compositional data may stem at least partly from ignorance, but some analysts who have used LRA have concluded that in practice it may not ‘work as well’ as methodologies condemned by proponents of LRA... we mean that analyses that do not use log-ratios sometimes identify interpretable archaeological structure in data sets that is either not recovered by LRA or recovered less directly. The theoretical reasons for advocating LRA...are not disputed here, but there does appear to be a polarization between theoretical and practical concerns” (Baxter y Freestone 2006: 511).

⁵⁹ La evaluación metodológica de este procedimiento y aplicaciones en arqueometría cerámica pueden consultarse en Baxter 1992, 1994; Milá *et al.* 2000; Baxter 1995; Arnold *et al.* 2000; Baxter 2000; Heidke y Miksa 2000; Buxeda *et al.* 2001; García Heras *et al.* 2001; Aitchison *et al.* 2002; Tzolakidou *et al.* 2002; Barone *et al.* 2003; Baxter 2004; Tsantini *et al.* 2004; Vaughn y Neff 2004; Barone *et al.* 2005; Maritan *et al.* 2005b; Potter *et al.* 2005: 170; Baxter y Freestone 2006; Watkins 2006: 42; Carmona *et al.* 2008; Buxeda y Madrid 2009; Buxeda y Tsantini 2009; Odriozza *et al.* 2009a, b.

Por otro lado, en los estudios agrupativos mediante matrices de distancias euclidianas, rara vez se suelen considerar los márgenes de error elemental en los distintos elementos. En este sentido, existen desfases en la desviación estándar de los distintos elementos de modo que no es lo mismo que exista en una variable una variación Fe_2O_3 5.4+- 0.1 que una variación 5.4 +-1. Este aspecto puede influir en las agrupaciones realizadas con Análisis de Componentes Principales y Análisis de Conglomerados Jerárquicos, donde a cada concentración se le otorga el mismo peso. Para evitar este desfase es recomendable considerar los márgenes de error individualmente a la hora de realizar agrupaciones de modo que los elementos que presentan un comportamiento heterogéneo no distorsionen las agrupaciones (Mommsen 2004).

Como hemos señalado, la matriz de datos, obtenida del cálculo de la MCV, se realiza a partir de matrices de varianzas y covarianzas que utilizan sucesivamente los distintos elementos como divisores en la transformación de los datos crudos a logaritmos de razones. De este modo, se define una matriz de varianzas de logaritmos de razones simétrica que nos indica el elemento químico menos variable, es decir, el que introduce más estabilidad en los datos. Este elemento puede utilizarse como divisor en la transformación en logaritmos de razones para agrupar los datos a partir de matrices de distancias. Este tratamiento estadístico permite, por tanto, evitar ciertas distorsiones en las agrupaciones que se realizan usualmente de los datos mediante Análisis de Componentes Principales o Análisis de Conglomerados Jerárquicos (Buxeda 1999a y b).

Para visualizar los resultados químicos, se ha realizado un dendrograma a partir de análisis multivariante de conglomerados jerárquicos utilizando agrupamiento centroide y distancia euclidiana al cuadrado⁶⁰. De este modo, los análisis de conglomerados jerárquicos se han realizado con los datos transformados en logaritmos de razón en base al elemento más estable.

⁶⁰Este tipo de distancia y método de aglomeración es el utilizado normalmente por los autores que utilizan este procedimiento estadístico (pe. Cau 2003; Tsantini *et al.* 2004). Su uso resulta más adecuado que otros procedimientos como el método de Ward que formaliza grupos de similar tamaño, estableciendo una estructura estable de los datos aún cuando ésta no exista realmente. El método de Ward, también utilizado en algunos estudios, puede favorecer la creación de divisiones no aceptables en grupos de datos densos, dividiendo arbitrariamente grandes grupos en clúster que son aproximadamente esféricos en un espacio multivariante. Otros métodos de agrupación algorítmicas, pe. *Average Linkage*, producen resultados diferentes, poniendo en relieve la importancia de los métodos de agrupación utilizados en el análisis de los datos químicos (Pollard y Heron 1996: 143; Baxter 2004).

Este procedimiento permite realizar una agrupación de los datos más fiable, donde el desfase entre los elementos mayoritarios y los elementos traza no desvirtúe las agrupaciones y donde se tienen en consideración los márgenes de error.

Uno de los inconvenientes que surgen cuando se utilizan análisis de conglomerados jerárquicos se relaciona con la problemática que supone la separación y la significación de los grupos generados. Para verificar el grado de significación de cada uno de los grupos identificados en el dendograma se puede calcular en base a la MVC la variación total (vt) del conjunto de muestras que definen cada uno de ellos. Se puede definir, de este modo, si las distintas agrupaciones representadas en la matriz de distancias tienen un carácter monogénico o poligénico, y si se relacionan con grupos de referencia estadísticamente significativos ($vt < 0.3$) a los que se asociarán más o menos muestras. Todos los individuos que no pueden adscribirse dentro de ninguno de los Grupos de Referencia por su diferencia composicional con los mismos deben considerarse como mal clasificados o no clasificados. Sólo cuando su origen diferencial está asegurado analíticamente, es decir los casos están situados dentro de un grupo de referencia de otra localización o procedencia, pueden considerarse como una importación (Tsantini 2007).

Finalmente, mediante la utilización de los datos transformados en logaritmos de razón, se puede realizar un análisis de tipo factorial como el *Análisis de Componentes Principales*. Este análisis compara todas las variables de los individuos reduciendo todas las distancias detectadas en la matriz de distancias a tan sólo dos o tres componentes que pueden visualizarse en el espacio mediante un gráfico bidimensional. De este modo, se pueden observar espacialmente la dispersión de agrupaciones de individuos o los casos aislados en función de su composición elemental. Estos resultados pueden compararse también con los resultados agrupativos obtenidos del análisis de conglomerados jerárquicos.

Una vez se han establecido, mediante estos procedimientos estadísticos, los distintos grupos de referencia composicional y se ha comprobado el grado de robustez de cada uno de los grupos, se obtienen una serie de conjuntos cerámicos que, químicamente, resultan homogéneos a nivel interno. Los grupos que han mostrado escasa variabilidad química interna pueden considerarse Producciones. Una producción implica, por tanto, productos que se han fabricado utilizando materiales y/o técnicas muy similares.

Como ya se ha señalado, estas Producciones no se relacionan lineal y directamente con unidades productivas ya que dentro de una misma unidad productiva pueden observarse diversas producciones y una misma producción puede asociarse a distintas unidades productivas (Tsantini 2007; García Rosselló 2008). En definitiva, los Grupos de Referencia o Producciones obtenidos mediante este procedimiento analítico tienen, una procedencia arqueológica bien definida y se asocian, potencialmente, con determinadas *zonas mínimas de atribución de procedencia*.

6.4.5. Limitaciones analíticas.

Al realizar análisis composicionales de las cerámicas hay saber qué ventajas y limitaciones presentan los métodos que se utilizan para realizar el estudio, puesto que ningún análisis de composición de un fragmento de pasta cerámica resulta representativo al 100% de la composición de la vasija (Bishop *et al.* 1990). Los análisis químicos realizados aquí presentan una serie de limitaciones que se derivan básicamente de la escasa cantidad de muestra disponible para análisis, aspecto que es especialmente problemático en cerámicas de textura gruesa. En este tipo de cerámicas, la cantidad de muestra recomendada debe ser alta⁶¹ (Mommsen 2004). Sin embargo, la disponibilidad de fragmentos de 15 g procedentes de piezas de perfil completo del *Turó de les Abelles* no se dio en un 41% del registro seleccionado. De este modo, en muchas piezas, la cantidad disponible para realizar los distintos análisis (AP, AI, DRX, FRX) fue inferior a 10 g. O bien las piezas ya estaban restauradas y sólo se disponía de los escasos fragmentos sobrantes tras la restauración, o bien se consideró que fragmentos de mayor tamaño podían comprometer futuras restauraciones de las piezas cerámicas. Como se ha comentado en la estrategia de muestreo, tampoco ninguna de las piezas asociadas a formas cerámicas de *Closos de Can Gaià* ha presentado los requerimientos ya señalados relacionados con la cantidad de muestra.

Los problemas expuestos sugerían, dada la escasa cantidad de muestra disponible, la realización del análisis químico mediante fluorescencia de rayos X, aunque éstos estuvieran necesariamente limitados en la cantidad de muestra disponible. La escasa cantidad de muestra disponible de muchas de las piezas imposibilitó, por tanto, realizar duplicados de perlas alcalinas de borato de las muestras.

⁶¹ La cantidad necesaria de muestra para hacer un análisis químico en óptimas condiciones es de 15 g (Cau c. p.).

A pesar de los inconvenientes comentados, se ha utilizado un espectrómetro y un software diseñados para registrar de forma eficaz pequeñas cantidades de muestra. Este tipo de instrumental proporciona, dentro de las limitaciones existentes, análisis con buenos límites de detección, cualitativamente fiables y que permite hacer determinaciones precisas de las concentraciones relativas de los distintos elementos detectados (Warren y Shadforth 1999).

El análisis químico se abordó con la finalidad de realizar una exploración a la composición geoquímica que presentan estos individuos de perfil completo y determinar diferencias básicas entre las cerámicas. Somos conscientes que el análisis realizado tiene una precisión semicuantitativa y, por lo tanto, presenta ciertas limitaciones y márgenes de error que pueden comprometer las agrupaciones realizadas. De todos modos, aunque no ha podido constatarse, normalmente se considera que las diferencias composicionales entre los distintos depósitos de arcilla resulta mucho mayor que los márgenes de error causados por las mediciones con instrumental especializado en laboratorio. En este sentido, un análisis elemental con una precisión limitada puede proporcionar también datos interesantes referentes a la composición química de los artefactos (Warren y Shadforth 1999; Mommsen 2004; Fernández Ruíz y García Heras 2007; Pollard *et al.* 2007).

De este modo, varios estudios arqueométricos han obtenido resultados arqueológicos interesantes utilizando análisis de FRX semi-cuantitativos (Aboal *et al.* 2003; Carmona *et al.* 2005) o utilizando sólo 10 o 13 elementos químicos (Maritan *et al.* 2005b; Carmona *et al.* 2008). A veces, es sólo la combinación de algunos elementos concretos los que nos permiten hacer una lectura de los datos y facilitar el análisis, la interpretación y la presentación de los resultados⁶² (Baxter y Jackson 2001; Schneider y Daszkiewicz 2006; Taubald 2009). En definitiva, en ocasiones, conociendo una cuantificación limitada del registro podemos obtener resultados interesantes (Milazzo 2004).

⁶² De hecho, la utilización de variables que no participan de la estructura de los datos puede confundir la percepción de ciertos patrones relevantes. En este sentido, hay que hacer una distinción entre las variables que se registran y las que se requieren para realizar el análisis, si bien, en muchos casos, no sabemos *a priori* qué variables van a resultar las más efectivas es, por tanto, más indicado analizar tantas como sean posibles.

Dadas las limitaciones existentes en el análisis químico de las muestras cerámicas contempladas se ha optado por potenciar sus aportaciones a través de la aplicación de un programa de análisis integrado (Tite 1999; Turbanti 2004), en el que se verifiquen las distintas agrupaciones de pastas establecidas mediante análisis químico a partir del examen petrológico. Esta estrategia permite, en muchos casos, constatar diferencias en las cerámicas y establecer, con seguridad, distintas producciones en muestras donde se dispone de escasa cantidad para realizar los análisis. La conjunción de ambas técnicas permite corroborar las agrupaciones químicas realizadas y diagnosticar ópticamente en qué se diferencian los distintos grupos establecidos.

6.5. Microscopio Electrónico de Barrido (SEM-EDX-BSEI).

De modo escueto se puede señalar que, en lo que se refiere a su funcionamiento, en esta técnica la muestra es incidida con un haz de electrones acelerados en un campo eléctrico en la columna del microscopio que aprovecha, de esta manera, su comportamiento ondulatorio. Los electrones acelerados salen del cañón, y son enfocados por lentes cuya función consiste en reducir la imagen del filamento, de manera que incida en la muestra un haz de electrones lo más pequeño posible con el objetivo de obtener una mejor resolución. Cuando el haz incide sobre la muestra, se producen distintas interacciones entre los electrones del haz y los átomos del objeto. La energía que pierden los electrones al incidir contra la muestra hace que éstos salgan despedidos produciendo rayos X, cátodo-luminiscencia, electrones Auger, electrones retro-dispersados y electrones secundarios.

Un detector de rayos X mide la cantidad de electrones enviados en función de la intensidad incidida en la zona de muestra, siendo capaz de mostrar figuras en tres dimensiones con topografía, proyectadas en una imagen digital en función de los electrones secundarios recibidos. Las imágenes obtenidas con este método tienen una gran profundidad de campo, permitiendo el enfoque simultáneo de una gran parte de la muestra y la adquisición de imágenes de alta resolución. De este modo, las muestras pueden ser examinadas a magnificaciones que abarcan desde 3x a 150000x.

Por otro lado, la detección de los electrones retro-dispersados proporciona imágenes basadas también en las diferencias químicas. El gradiente de las tonalidades en la escala de grises de estas imágenes está directamente relacionado con el número atómico de los distintos cuerpos que forman parte de la pasta cerámica. Ello permite discriminar visualmente unas partículas de otras en función de su número atómico y composición química, permitiendo así el análisis individualizado de determinados componentes de la pasta.

La utilización del microscopio electrónico de barrido resulta fundamental en el estudio de cerámicas arqueológicas⁶³, constituyendo una técnica que tiene diversas aplicaciones. Ésta proporciona información referida tanto a la matriz como a los desgrasantes, inclusiones o engobes que componen la cerámica. Los datos obtenidos a partir del *Microscopio Electrónico de Barrido* (SEM/MEB) sobre muestras cerámicas permiten también detectar cambios estructurales en las piezas, proporcionando una base adecuada para aproximarse, mediante el estudio de la micro-estructura y del grado de vitrificación de la muestra, a las temperaturas alcanzadas durante la cocción. Finalmente, permite identificar productos, como la analcima o concentraciones de fósforo en la pasta, relacionados usualmente con alteraciones post-deposicionales (Freestone y Rigby 1982; Mainman 1982; Tite *et al.* 1982; Capel 1983; Middleton 1987; Gibson y Woods 1990: 22; Mata *et al.* 2002; Spataro 2002: 41-42; Cremonte *et al.* 2003; Padilla *et al.* 2003; Maritan y Mazzoli 2004; Turbanti 2004; Tsantini 2007: 139; Hoeck y Ionescu 2007; Buxeda y Madrid 2009; Buxeda y Tsantini 2009; Tschegg 2009).

Como se ha señalado, este método permite trabajar a aumentos muy altos, permitiendo identificar componentes de la pasta, muy difíciles o imposibles de observar con otros métodos, como algunos componentes muy finos de la fracción gruesa o los minerales de la arcilla. Mediante SEM se puede acceder al estudio de los minerales de la arcilla, de su hábito y forma externa (Fig. 42c), aspectos que ven aumentada su utilidad potencial si se combina esta técnica con DRX.

⁶³La base del método, sus limitaciones y diversas aplicaciones de esta técnica en cerámicas arqueológicas pueden consultarse en Freestone y Rigby 1982; Mainman 1982; Tite *et al.* 1982; Spataro 2002; Padilla *et al.* 2003; Shoval *et al.* 2006; Spataro 2006, Tsantini 2007: 185-198; Chatfield 2008; Fernández Navarro 2008; Buxeda y Madrid 2009; Buxeda y Tsantini 2009. Sobre Microscopía Electrónica de Transmisión ver Mata *et al.* 2002.

Con este método, se puede llegar a determinar la composición mineralógica de la fracción arcilla y establecer cambios estructurales en la matriz o la textura de la pasta. La información obtenida de estas aproximaciones es potencialmente utilizable en términos de procedencia y tecnología (Capel 1983).

En la utilización de esta técnica se han seguido dos estrategias en el procedimiento de preparación de muestras. Para la observación de la micro-estructura de determinadas piezas, así como para evaluar la presencia de una fase vítrea en las pastas, se han utilizado algunos fragmentos de cerámica analizándose directamente sobre corte fresco (Tsantini 2007: 195; Buxeda y Madrid 2009; Buxeda y Tsantini 2009). El grado de vitrificación se ha estudiado, sólo en algunos individuos que han sido seleccionados en función de los resultados obtenidos mediante DRX, mediante imágenes de las secciones cerámicas derivadas de los electrones secundarios y retro-dispersados.

Por otro lado, para la obtención de datos cualitativos y cuantitativos de la composición elemental de las pastas (Fig. 42a), incluyendo el estudio de algunos engobes, se han aprovechado las láminas delgadas realizadas para el estudio petrológico. La utilización de láminas delgadas favorece cuantificaciones más eficaces y precisas que las que se realizan directamente sobre la muestra en corte fresco (Middleton c. p.; Garrison 2003: 220). En estos casos, se combinó el microscopio electrónico con una micro-sonda que permite detectar los electrones Auger conjuntamente con los Rayos X característicos que se concentran en el detector EDX, proporcionando información de los elementos químicos presentes en la muestra en base a la lectura de los espectros obtenidos. Con este procedimiento, se puede adquirir la señal de rayos X que se produce cuando se desprenden los electrones de la muestra y, posteriormente, hacer un análisis espectro-gráfico de su composición. Este sistema permite identificar y confirmar, en base a la composición química, los minerales constatados por otros medios, como el microscopio petrográfico, y solucionar algunas dudas que puedan generarse durante el estudio mineralógico y químico de las muestras. También, permite verificar la presencia de los minerales de la arcilla que previamente se han detectado mediante DRX y obtener de esta manera un cuadro aproximado de su composición química.

Finalmente, en estas muestras se aplicó un microanálisis por *Espectrometría de Energía Dispersiva de Rayos X* (EDX). A partir de los electrones retro-dispersados detectados se pudieron semicuantificar 18 elementos presentes en las muestras. Con esta técnica, se pueden determinar los porcentajes relacionados con los elementos mayoritarios: Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, Fe, Sb (probabilidad de 1σ) y varios minoritarios: Mn, Co, Cu, Sn, Ba, Pb (probabilidad 2σ) presentes en puntos concretos de la muestra. Este tipo de microanálisis, si bien son limitados para realizar un estudio químico en profundidad de las piezas, permiten cuantificar la composición de algunos componentes de pasta y realizar una comparación, en base a la composición química y las concentraciones de los elementos, entre la matriz y los engobes detectados en algunas piezas.

Hay que señalar, que existen algunos problemas que se derivan de la utilización de este método para establecer la composición química de las piezas lo que impide realizar agrupaciones precisas del conjunto cerámico. Esencialmente éstos se derivan del bajo grado de significación (2σ) de la cuantificación realizada de algunos de los elementos, fundamentalmente los elementos minoritarios y los elementos traza. Otro de los problemas, se deriva del alto grado de heterogeneidad de pastas de cerámicas groseras, especialmente aquellas que poseen un alto grado de porosidad, como las cerámicas a mano donde el área o superficie medida y los resultados obtenidos pueden resultar poco representativos de la totalidad de la pasta. En otros casos, donde hay abundantes desgrasantes, resulta complicado individualizar la matriz de los granos minerales dificultando el análisis químico de la propia arcilla. Esta heterogeneidad, genera numerosos problemas a la hora de realizar cálculos sobre el porcentaje total de cada elemento en la muestra (Spataro 2002: 37, 41; Padilla *et al.* 2003; Hoeck y Ionescu 2007; Pollard *et al.* 2007).

Para el análisis, se han utilizado dos microscopios electrónicos, por un lado, un *Jeol Jsm-840 Scanning Electron Microscope* con un detector de electrones secundarios modificado para potenciar las diferencias composicionales sobre secciones pulidas (Meeks 1988) y utilizando una tensión de trabajo de 25Kv. En este caso, para aumentar la conductividad de las muestras, y evitar que se produzca una sobrecarga en su superficie que distorsione la imagen e imposibilite el análisis micro-químico, éstas fueron adheridas al porta-muestras del microscopio electrónico con plata coloidal y se cubrieron con un film de carbón en una atmósfera de alto vacío⁶⁴. El microscopio electrónico incorpora un analizador de energía dispersiva de rayos X (EDX) *Oxford Instruments ISIS 200*. Por otro lado, se ha utilizado un *Hitachi S-3400-N Scanning Electron Microscope* a base de nitrógeno líquido equipado con un sistema de microanálisis *RX-EDS Brooker AXS XFlash 4010* usando el software analítico *Quantax 400* y 15Kv de tensión de trabajo⁶⁵.

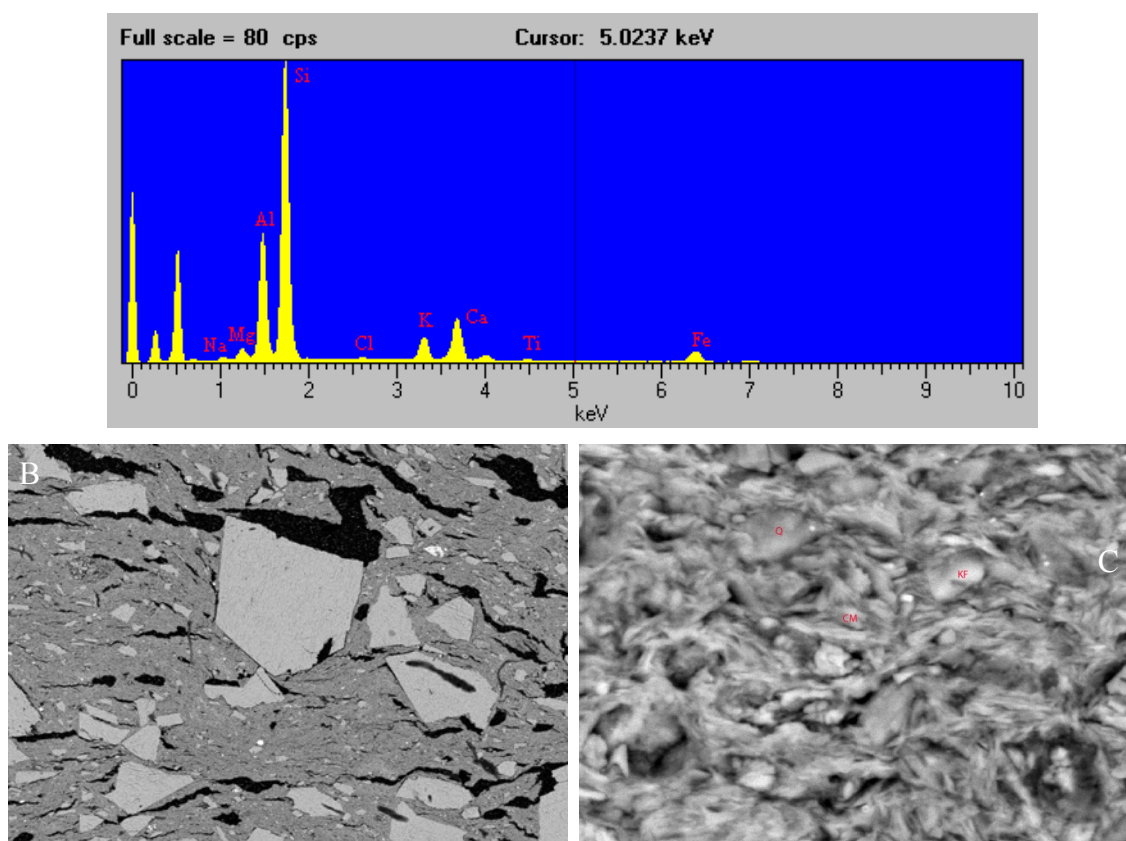


Figura 42. A) Espectro obtenido con SEM-EDX de una matriz cerámica. B) Imagen SEM-BSEI de la pasta cerámica (50x). C) Imagen SEM-BSEI de la matriz arcillosa de una cerámica (1700x).

⁶⁴ Este instrumento se utilizó en las instalaciones del *British Museum: Conservation, Documentation and Science* (CDS) con la supervisión del Dr. A. Middleton.

⁶⁵ Este análisis se ha realizado en el servicio de Microscopia de los *Servicios Científicos y Técnicos de la Universidad de las Islas Baleares* con la supervisión del Dr. F. Hierro. Este último instrumento permite detectar únicamente aquellos elementos que presentan un peso superior al 0,3% del total de la muestra.

6.6. Estudio paleontológico.

Los microfósiles son inclusiones carbonatadas características de algunos depósitos arcillosos sedimentarios. Cada periodo geológico se caracteriza por presentar un clima y unas condiciones geomorfológicas específicas que afectan a los organismos vivos y la forma en la que éstos se depositan en los sedimentos. Los microfósiles son indicativos del ambiente de deposición de los sedimentos y la presencia de determinadas especies y familias se asocia con distintas profundidades, temperatura, salinidad, substrato y nivel de actividad. Comparando los microfósiles que están presentes en la cerámica con aquellos presentes en las arcillas y otros depósitos del entorno podemos detectar algunos comportamientos humanos relacionados con la selección de determinadas arcillas y las formas de preparación de las pastas. Al mismo tiempo, la fauna presente en las muestras nos aporta información sobre el ambiente de deposición y el grado de salinidad que caracteriza a los depósitos utilizados, favoreciendo la adscripción del origen de las arcillas utilizadas y algunas de sus características o cualidades (Cuomo Di Caprio 1984: 28, 33; Besoain 1985: 147; Quinn 1999; Jones 2004; Quinn y Day 2007a y b; Quinn 2008).

En el Mediterráneo las principales materias primas para la fabricación de cerámica consisten en depósitos arcillosos sedimentarios secundarios donde pueden estar presentes, opcionalmente, microfósiles. En este tipo de depósitos, las variaciones mineralógicas pueden ser mínimas y reducirse, en muchas ocasiones y esencialmente, a distintas cantidades de carbonatos y cuarzo (Quinn y Day 2007a). Ante este tipo de problemas, cada vez más investigadores combinan el potencial que ofrecen los datos mineralógicos y petrográficos con otras aproximaciones analíticas. La combinación de varios métodos proporciona información más consistente relacionada con la tecnología y la procedencia de la cerámica, contribuyendo a aumentar el conocimiento sobre las tradiciones tecnológicas, la utilización de materias primas locales y, en definitiva, sobre las dinámicas por las que se rigen los procesos de producción, uso e intercambio de materiales (Tsolakidou *et al.* 2002; Tite 2008).

Como se ha señalado, el estudio petrográfico de piezas cerámicas representa uno de los métodos que se emplean comúnmente en la determinación de la tecnología y la procedencia de cerámicas gruesas. En este sentido, resulta de gran utilidad implementar los datos mineralógicos y texturales obtenidos mediante esta técnica con la identificación de los posibles microfósiles que pueden contener las pastas, así como los recursos arcillosos potencialmente disponibles a nivel local. Estos microorganismos pueden formar parte de las inclusiones, de fragmentos de rocas sedimentarias o de la matriz arcillosa de la cerámica, de modo que el mismo estudio petrográfico de las cerámicas constituye, a su vez, el método más eficaz para estudiar microfósiles, como los foraminíferos y los ostrácodos, presentes en las cerámicas arqueológicas (Fig. 43b).

Además del examen petrográfico, el estudio de los microfósiles constituye la mejor forma de constatar con seguridad si se han mezclado diferentes arcillas. Este aspecto resulta también de utilidad para contrastar los datos químicos obtenidos de los estudios de composición de las cerámicas. Las agrupaciones de muestras obtenidas en base a la composición geoquímica pueden estar condicionadas por la mezcla de distintas arcillas, resultando imposible determinar, a partir únicamente de análisis químicos, cuando se han mezclado dos o más arcillas para manufacturar la cerámica (Stark *et al.* 2000). En determinadas ocasiones, el estudio de los microfósiles y el análisis petrográfico y textural de las muestras, puede suponer un mecanismo para detectar cuando se han mezclado diferentes tipos de arcillas y entender, además, algunos comportamientos en los datos químicos.

El estudio de los microfósiles constituye, por tanto, una perspectiva muy útil para estudiar principalmente la procedencia de las cerámicas y las materias primas implicadas en la producción de cerámica y de otros materiales. De ello se deriva su aportación en numerosos trabajos (Riley 1982; Gibson y Woods 1990: 20; Morzadec 1993: 18; Binder *et al.* 1994; Quinn 1999; Swift 2000; Tsolakidou *et al.* 2002; Riederer 2004; Maritan *et al.* 2003; Maritan *et al.* 2005a; Martineau *et al.* 2007; Quinn y Day 2007a y b; Quinn 2008; Muntoni *et al.* 2009; Bezeczky y Mange 2009; Gregor y Cambal 2009; Peterson 2009). En España la caracterización de microfósiles se ha considerado, en algunos trabajos, con la finalidad de realizar una mejor caracterización de las pastas y refinar la procedencia de las cerámicas y las materias primas utilizadas en su fabricación (Capel y Delgado 1978; Seva y Almiñana 1996; Bernal y García 1999; Barrios *et al.* 1999; Capel *et al.* 1999; Padial 1999; Barrios *et al.* 2001; Ortega *et al.* 2005; Aguayo *et al.* 2008).

Sin embargo, los prolíficos estudios desarrollados en la Península Ibérica no han trascendido a los estudios cerámicos de las Islas Baleares. En ninguno de los trabajos petrográficos realizados en las islas se considera el potencial que ofrece la identificación de este tipo de organismos en las pastas cerámicas (Waldren 1982; Gómez Gras y Risch 1999; Risch y Gómez Gras 2003; Cau 2004; Palomar 2005; Albero 2007).

Más allá de estos preceptos, existen algunos problemas metodológicos que pueden comprometer, en algunos casos, la identificación de los microfósiles. Por un lado, el proceso de preparación de las láminas delgadas secciona los foraminíferos afectando ello a la morfología de su esqueleto cuando se examinan bajo el microscopio petrográfico. De este modo, un mismo foraminífero puede presentar diversos aspectos o hábitos en función del plano de seccionamiento. Este hecho conlleva que la clasificación taxonómica de estos microorganismos mediante lámina delgada pueda estar, a veces, seriamente comprometida. El objetivo principal de esta técnica consiste en clasificar los foraminíferos en términos de familias o géneros, rara vez se consigue llegar a una categorización a nivel de especie. En algunos casos, tan solo se puede distinguir si el foraminífero observado es de tipo planctónico o bentónico.

Por otro lado, los esqueletos de foraminíferos típicos de ambientes sedimentarios suelen estar formados por carbonato de calcio. El carbonato de calcio se descompone a bajas temperaturas (650-800 °C), dependiendo del tamaño de los granos. Cuando la pasta, durante la cocción de las piezas, alcanza estas temperaturas la morfología de los microfósiles puede verse seriamente afectada, dificultando también una identificación precisa de los foraminíferos. En muchos casos, en los que las cerámicas alcanzaron estas temperaturas, resulta imposible distinguir la familia, el género y la especie, simplemente es posible reconocer la presencia genérica de microfósiles no identificables comúnmente llamados “fantasmas” (*ghosts*). Los fantasmas son, por tanto, microfósiles que presentan un alto grado de descomposición de su estructura y por tanto no pueden clasificarse óptimamente (Quinn 1999, 2007; Quinn y Day 2007). En estas situaciones sólo se puede indicar la presencia o ausencia de estos microorganismos en la pasta, señalando el carácter fosilífero o no fosilífero de la pasta.

Además de caracterizar los microfósiles presentes en las piezas cerámicas examinadas petrográficamente, se ha realizado también la clasificación de los microfósiles presentes en sedimentos arcillosos geológicamente distintos del área de *Santa Ponça*. Los depósitos caracterizados paleontológicamente son los más plásticos y aptos del territorio así como los más próximos a los asentamientos de la zona estudiada (García Rosselló y Alberó 2008; Alberó y García Rosselló 2010). En este caso, al igual que en los materiales arcillosos no cocidos estudiados, al tratarse de muestras no cocidas se ha utilizado un procedimiento alternativo común en los estudios edafológicos. De esta forma, se ha optado por dispersar y limpiar las muestras arcillosas mediante un baño en cubeta de ultrasonidos. Posteriormente, se ha realizado el examen de las inclusiones resultantes al microscopio. Esta rutina ha permitido evitar la realización de láminas delgadas de las muestras no cocidas, reduciendo costes y tiempo de preparación, así como los problemas que el seccionamiento provocaba en la morfología de los esqueletos fósiles. Por otro lado, en estas muestras, al no estar cocidas, no cabe esperar alteraciones importantes de la morfología y la estructura de estas inclusiones. Finalmente, se tomaron imágenes de los foraminíferos de las muestras arcillosas utilizando un microscopio electrónico de barrido *Hitachi S-3400-N* utilizando una potencia de trabajo de 15Kv (Fig. 43a).

La identificación⁶⁶ de la fauna presente en las arcillas en lámina delgada se basó en una serie de parámetros (Tucker 1991: 113-119):

- *Forma y tamaño*: Los foraminíferos de las distintas familias y especies presentan formas muy diversas que permiten su caracterización en lámina delgada, normalmente son de morfología circular o sub-circular. Sin embargo hay que tener precaución ya que en lámina delgada sólo obtenemos una visión del microfósil en dos dimensiones. La identificación debe realizarla en todo momento un especialista.

- *Micro-estructura interna*: Los foraminíferos presentan una serie de cámaras internas que pueden modificarse por diagénesis. Estudiando el número de cámaras y la configuración de las mismas obtenemos una serie de elementos diagnóstico que permiten distinguir entre diversas familias y especies.

⁶⁶ La identificación de los microfósiles se ha realizado en colaboración con el Dr. Guillem Mateu Vicens (*Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears; MARUM, University of Bremen*).

- *Mineralogía*: En un sedimento calcáreo, como los típicos de Mallorca, todos los microfósiles estarán formados esencialmente por carbonato de calcio, esencialmente calcita. Sin embargo, a nivel mineralógico, podemos conocer si el organismo estuvo formado inicialmente por aragonito y posteriormente fue reemplazado por calcita. Por ejemplo, si un bivalvo está formado por aragonito éste suele presentar su estructura interna original muy mal conservada. Si en cambio, éste ha sido reemplazado por calcita entonces su estructura interna se mantiene relativamente intacta (Tucker 1991: 114).

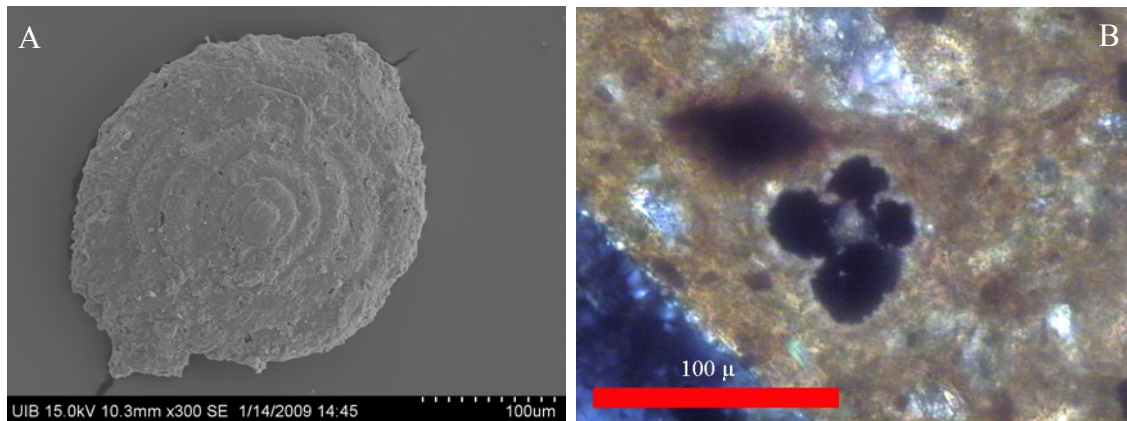


Figura 43. A) Foraminífero identificado en una arcilla mediante SEM. B) Foraminífero identificado en una cerámica mediante lámina delgada (XPL).

6.7. Métodos de análisis térmico.

Estos análisis, que se utilizan usualmente para conocer el comportamiento térmico de los minerales, las arcillas y las pastas, proporcionan información sobre la pérdida de peso y los cambios calorimétricos que se producen en la muestra en función de la temperatura alcanzada en cada momento. Se pueden diferenciar aquellos cambios de fase que son exotérmicos, es decir generan calor, y cuales endotérmicos, es decir, lo absorben. Estos análisis van a permitir una aproximación al comportamiento térmico de los distintos componentes de la pasta. Su uso es muy frecuente en los estudios de arcillas y resulta habitual su aplicación en arqueología⁶⁷, donde se considera un método eficaz para conocer las reacciones que se producen en una fase sólida y abordar el estudio de determinadas fases de transformación, transiciones cristalinas y transiciones de vidrio, entre otros procesos.

⁶⁷ Capel 1983; Gibson y Woods 1990: 22; Murad y Wagner 1996; Estramera y Del Valle 1999; Orellana *et al.* 2001; Turbanti 2004; Drebushchak *et al.* 2005; Morales 2005: 107-110; Souza *et al.* 2005; Papadopoulou *et al.* 2006; Mahmoudi *et al.* 2008; Maritan *et al.* 2007; Leach *et al.* 2008.

Por otro lado, los análisis térmicos nos indican sobre los componentes que forman la cerámica y sus patrones de reacción durante los procesos de calentamiento, así como la temperatura máxima a la que se produce su descomposición, indicándonos aspectos relacionados con el comportamiento de los materiales o la tecnología, la calidad y la procedencia de las piezas. Como señalan Drebuschak *et al.* (2005: 617), “*Thermal analysis is an adequate tool for checking quality in the manufacture of ceramics. It allows one to control the processes at firing and to analyze the starting materials and products...When a product of the ceramic manufacture is analyzed again... exothermic reactions or/and those with a gas release are supposed to occur only at temperatures higher than the temperature of the first heating*”. Este aspecto resulta cierto, excepto cuando se trata de cerámicas cocidas a bajas temperaturas muy parecidas en su composición a la arcilla original, y donde algunos componentes pueden recristalizar.

Con la finalidad de estudiar experimentalmente las características térmicas de las materias primas del entorno y algunos de los procedimientos tecnológicos observados en las cerámicas arqueológicas, se han realizado simultáneamente un *Análisis Térmico Diferencial* (ATD) y *Análisis Termo-gravimétricos* (TGA) sobre algunas muestras en polvo. Estas técnicas se aplican con el objetivo de dar respuesta a algunos problemas arqueológicos muy concretos que han ido surgiendo a lo largo de la investigación. Los análisis se han realizado utilizando un *TA Instruments-2960 Simultaneous TGA-DTA*, utilizando atmósfera de aire en un rango de temperaturas que abarca desde la temperatura ambiente hasta los 1000 °C con un rango de calentamiento de 10 °C/min. Por otro lado, se han realizado en las mismas muestras *Análisis de Calorimetría Diferencial de Barrido* (DSC), desde temperatura ambiente hasta los 400 °C utilizando atmósfera de nitrógeno y un equipo *TA Instruments DSC-2920*.

6.8. Análisis estadístico.

Las técnicas analíticas que se han ido relacionando a lo largo de este capítulo proporcionan una cantidad ingente de datos de diferente índole resultando, normalmente, muy difícil, a simple vista, realizar inferencias y extraer conclusiones de los resultados obtenidos. Se requiere, por tanto, de la aplicación de métodos auxiliares que permitan organizar, presentar y analizar en profundidad los datos. La cuantificación del registro arqueológico resulta de una gran utilidad a la hora de clasificar los materiales, pero sus ventajas radican también en el tratamiento matemático que se puede efectuar con los datos obtenidos. En este sentido, ya se han adelantado algunos de los procedimientos estadísticos utilizados en el análisis de los datos químicos y su importancia para interpretar arqueológicamente las series de datos y resultados obtenidos.

Ahora bien, este apartado se va a centrar en los métodos estadísticos básicos que se han utilizado⁶⁸ para organizar y analizar los datos e interpretar los resultados obtenidos con el resto de técnicas. En este estudio, este factor afecta a un amplio número de los análisis efectuados, desde el estudio morfo-métrico hasta el mineralógico, textural y químico. Los análisis estadísticos permiten realizar un tratamiento conjunto de los datos y, mediante diversos procesos matemáticos, se pueden observar determinadas tendencias así como explorar su variabilidad dentro del registro. De este modo, los análisis matemáticos y estadísticos permiten rebajar eficazmente el grado de incertidumbre que existe al realizar clasificaciones del registro arqueológico. Así pues, el tratamiento estadístico de los datos resulta fundamental para poder extraer conclusiones de los mismos y establecer su grado de robustez (Kingery 1982).

⁶⁸ Los análisis estadísticos se han realizado con el software informático *SPSS 15.0*.

6.8.1 Análisis univariante.

La estadística descriptiva se basa en parámetros que consideran una única variable (Shennan 1992; Baxter 1994), como el cálculo de la media aritmética o la desviación estándar. La *Media Aritmética* puede utilizarse para evaluar la tendencia central de una variable, pero no sirve para describir la variabilidad (Buxeda 2001). Tampoco se puede utilizar por sí sola como medio de evaluación de los datos ya que ésta puede ser coincidente en series de datos completamente diferentes. Para evitar estos problemas resulta necesario tener en cuenta también la *Desviación Estándar*, es decir la desviación de los valores consignados en la variable para cada individuo analizado alrededor de su media aritmética. A partir del cálculo de la desviación estándar podemos conocer si los valores de los datos obtenidos a partir de una medición se ajustan a una distribución normal según la campana de Gauss. Cuando los datos se ajustan a una distribución normal, el 95% de los valores se encuentra dentro de una distancia inferior a dos desviaciones estándar de la media aritmética.

Podemos conocer el grado de adecuación de los datos a una distribución normal a partir de la *Desviación Estándar Relativa*, ésta se calcula dividiendo la desviación estándar entre la media aritmética de los datos. Cuando ésta se expresa porcentualmente, se multiplica por 100 y se la denomina *Coficiente de Variación (CV)*. Este coeficiente constituye una herramienta sencilla para eliminar ciertos problemas que presenta la desviación estándar a la hora de estudiar la dispersión de diferentes datos así como para apreciar si existe un comportamiento normal de los datos arqueológicos. Se considera que la distribución normal es significativa por debajo del valor 0.2 o 20% (Esquivel c. p.). Este coeficiente se emplea usualmente en estudios de arqueología y arqueometría cerámica, incluido en los análisis químicos, para establecer el grado de variabilidad de la producción y la estandarización de los productos (Shennan 1992: 57; Longrace 1999; Vaughn y Neff 2004; Palomar 2005; Clark 2007; Duistermaat 2007; Schneider *et al.* 2007; Palomar 2009).

La distribución normal de los datos puede observarse, además, gráficamente a través de un histograma, éste resulta un análisis de datos exploratorio eficaz para hallar tendencias modales en los datos. Para ello, se han realizado distribuciones de frecuencia de algunas de las variables que se han considerado más significativas. Estos histogramas pueden utilizarse, también, para analizar el grado de concentración que presentan los valores obtenidos alrededor de la zona central de la distribución.

En algunos casos se ha calculado la *Curtosis*, un parámetro usado en algunos estudios de arqueología cerámica para evaluar la distribución de los datos en torno a la tendencia central (Darvil y Timby 1982; Streeten 1982). Al representar gráficamente variables con una curtosis baja se observan curvas o histogramas con colas cortas y aspecto aplanado o en meseta. Si la variable tiene una curtosis alta, su gráfica debe ser alta y estilizada. De este modo, este último parámetro nos indica si la varianza de los datos se debe a variaciones infrecuentes en los extremos.

Finalmente señalar, que solamente se han realizado estos cálculos en variables donde se contaba con casos suficientes para que las conclusiones obtenidas de ellos fueran significativas. De esta forma, no se han realizado el análisis estadístico en aquellas variables que no tuvieran, al menos, ocho individuos ($n \geq 8$). Por debajo de esta cifra los resultados obtenidos carecen de significación y, por lo tanto, no aportan resultados lo suficientemente robustos (Esquivel c. p.).

6.9.2 Análisis bivalente.

Este análisis consiste en estudiar la relación que se establece entre distintos pares de variables. Para evaluar como dos variables varían una respecto de la otra se utilizan las covarianzas (Baxter 1994). Para decidir la intensidad de la relación entre las variables se utiliza normalmente el *Coefficiente de Correlación Lineal de Pearson* (r). Este coeficiente se puede calcular dividiendo la covarianza por el producto de las desviaciones estándar para cada par de variables, obteniendo así una matriz de correlaciones que es independiente de la escala de medida de las variables. Los valores obtenidos del coeficiente de correlación lineal de Pearson varían entre -1 y $+1$. La ecuación proporciona un valor positivo, si la relación entre las variables es directa, es decir, cuando el valor de una aumenta el valor de la otra también lo hace según una regresión lineal que garantiza una solución correcta en un tiempo finito. En cambio, un valor negativo nos indica que la relación entre las dos variables es indirecta, cuando el valor de una variable aumenta el valor de la otra disminuye, también según una regresión lineal. Finalmente, el valor obtenido será 0 cuando las dos variables sean independientes. Normalmente, en los estudios de arqueología que aplican esta técnica, se considera que las variables estarán correlacionadas desde $r \pm 0.75$, aunque las correlaciones que presentan más robustez son los que superan $r \pm 0.90$ (Aitchison 1986; Shennan 1992: 123; Buxeda 1995; Baxter 2004; Tsantini 2007: 179).

Finalmente, se han utilizado diagramas de dispersión para representar gráficamente la correlación existente entre aquellos pares de variables que se muestran significativos así como su relación con determinados parámetros arqueológicos cualitativos como los contextos, cronologías, tipologías, tipos de pastas, etc. Un diagrama de dispersión permite, además, dibujar una línea de tendencia con el fin de estudiar la correlación entre las variables y el grado de ajuste de los individuos a esta línea de regresión. Uno de los aspectos más poderosos de un gráfico de dispersión es también su capacidad para mostrar relaciones que no son lineales entre las variables. Mediante este tipo de gráficos podemos explorar que otros tipos de líneas de tendencia, como la cuadrática o la cúbica, se ajustan mejor a los datos. La función de regresión lineal que puede ser satisfactoria para algunas variables puede no serlo para otras.

Finalmente señalar, que solamente se ha considerado el coeficiente lineal r de Pearson en aquellos pares de variables donde se contaba con, al menos, ocho individuos ($n \geq 8$). Por debajo de esta cifra, los resultados obtenidos carecen de significación y, por tanto, no aportan resultados lo suficientemente robustos (Esquivel c. p.). Por otro lado, tenemos que señalar que una correlación significativa entre dos variables no es sinónimo de causalidad.

6.8.3. Análisis multivariante.

El Análisis Multivariante engloba un conjunto de métodos estadísticos cuya finalidad consiste en analizar simultáneamente conjuntos de datos donde hay varias variables registradas para cada uno de los individuos. Su razón de ser radica en un mejor entendimiento del objeto de estudio permitiendo obtener una información que los métodos estadísticos univariantes y bivariantes son incapaces de conseguir. El análisis multivariante permite el tratamiento integrado de muchas variables, normalmente de tipo cuantitativo, aunque también puede utilizarse para variables de tipo cualitativo o con notación binaria. Al tratarse de variables métricas se ha utilizado el *Análisis de Componentes Principales* y *Análisis Clúster*, ambos constituyen métodos multivariantes de uso común en arqueología y están centrados en datos cuantitativos que no distinguen entre variables dependientes e independientes, sino que su objetivo consiste en identificar qué variables e individuos están relacionadas, cómo y por qué (Martínez Ramos 1984; Barceló 1988; Whallon 1990; Esquivel *et al.* 1991; Shennan 1992; Baxter 1995; Baxter y Jackson 2001; Papageorgiou y Baxter 2002; Cau *et al.* 2004; Baxter *et al.* 2008).

Por un lado, el Análisis de Componentes Principales (ACP), consiste en un análisis factorial de los datos que permite especificar una matriz de correlaciones⁶⁹ que se utiliza para analizar interrelaciones entre un número elevado de variables numéricas explicando dichas interrelaciones en términos de un número menor de variables denominadas factores o componentes. El análisis ACP realiza la extracción de factores que son utilizados para formar combinaciones lineales independientes de las variables observadas. El primer componente representa la varianza máxima de los datos y los componentes sucesivos explican progresivamente proporciones menores de la varianza sin estar correlacionados los unas con los otros. La transformación lineal de varias variables que son reducidas a unas pocas no correlacionadas entre sí pero que contienen toda la información original permite, al simplificar espacios muy complejos, la exploración de la estructura de los datos. Este procedimiento permite la constatación de distintas agrupaciones, a menudo ya representadas en análisis clúster, de individuos en función de las puntuaciones obtenidas en los distintos componentes (Shennan 1992: 243; Baxter 1995; Baxter 2004; Baxter *et al.* 2008).

Por otro lado, el análisis de conglomerados jerárquicos o análisis clúster es una técnica aglomerativa que utiliza diversos algoritmos matemáticos para la comparación de todas las distancias existentes entre los individuos considerando todas las variables incluidas en el análisis y dando como resultado final una matriz de distancias. En el algoritmo de aglomeración cada observación es inicialmente un conglomerado y en cada paso se asocian los conglomerados más similares hasta llegar a un sólo clúster. De las distancias utilizables para el cálculo de la matriz de distancias, la más popular es la *Distancia Euclidiana*, que es la que se ha utilizado en este trabajo. Esta matriz de distancias puede visualizarse mediante un dendrograma en el que, mediante la aplicación de técnicas reductivas del espacio, se reduce la información incluida en la matriz de distancias a sólo dos dimensiones (Shennan 1992: 243; Baxter 1994).

⁶⁹ En nuestro caso utilizar una matriz de correlaciones en lugar de una matriz de covarianzas ha resultado más útil, pues a menudo este análisis se ha realizado sobre variables que comprenden escalas distintas.

Existen distintos métodos aglomerativos que se relacionan con la forma en la que se van construyendo los diferentes conglomerados. En nuestro caso, hemos utilizado la agrupación “centroide”, este método calcula la distancia entre los conglomerados como la distancia entre sus vectores de medias, es decir el valor promedio de cada variable de cada uno de los casos que conforman el conglomerado. La matriz de distancias original sólo se utiliza en la primera etapa, en etapas sucesivas se utiliza la matriz de distancias constantemente actualizada.

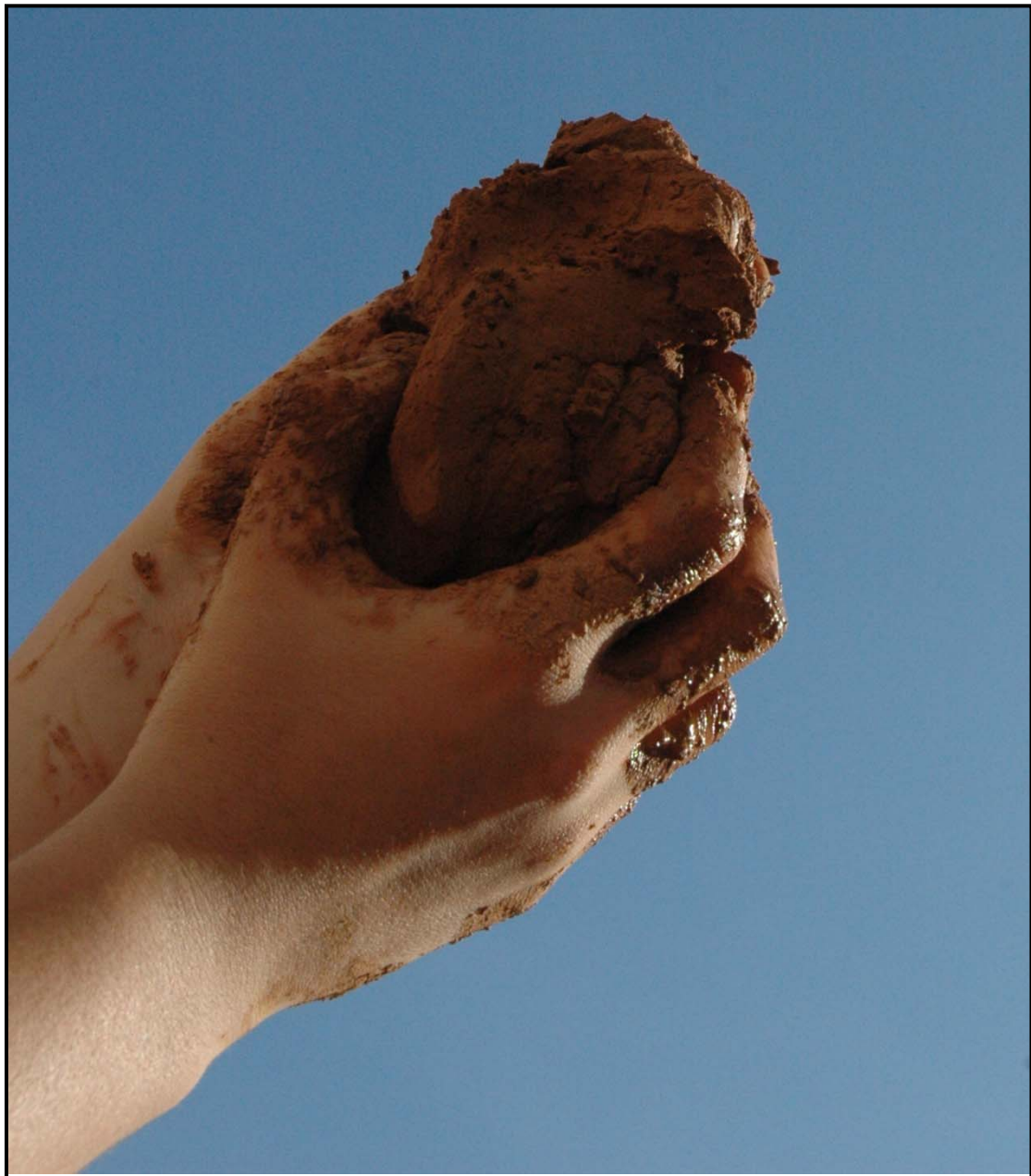
En cada aglomeración cada caso de un conglomerado es revisado para determinar si resulta más cercano al centroide de otro conglomerado, en caso de serlo cambiará de conglomerado recalculándose de nuevo los centroides de ambos conglomerados. El algoritmo utilizado para calcular el nuevo centroide aprovecha la información de los conglomerados fundidos en la etapa previa y los conglomerados que se intentan incorporar.

El objetivo del Análisis de conglomerados jerárquicos o *Clúster* consiste en clasificar un conjunto de datos en un número más reducido de grupos de forma que las observaciones pertenecientes a un grupo sean muy similares entre sí y disimilares del resto. En este sentido, se han llevado a cabo diversos análisis de conglomerados jerárquicos. Éstos nos han ofrecido agrupaciones y clasificaciones de los individuos indicando la distancia que hay entre cada grupo y entre los miembros que conforman cada uno de ellos. De esta forma, se establece una clasificación jerárquica basada en las diferencias y similitudes que presentan los distintos individuos (Baxter y Jackson 2001).

Como hemos señalado en anteriores apartados, este procedimiento presenta algunos problemas y limitaciones derivadas del lenguaje matemático aplicado. Los inconvenientes se relacionan con la problemática de separación y validez de los grupos generados. Todas estas cuestiones hacen que el análisis clúster a menudo se convierta en un procedimiento básicamente exploratorio y que se requiera, por tanto, de la necesidad de contrastar los resultados. Para evitar posibles errores, y siempre que ha sido posible, se ha realizado la contrastación de los resultados mediante la observación directa del material con métodos ópticos. Esta estrategia ha permitido definir y verificar el establecimiento del nivel de ruptura entre grupos derivados del análisis estadístico.

CAPITULO 4

ARQUEOMETRÍA DE LOS RECURSOS: APROXIMACIÓN TEÓRICA, ESPACIAL, ANALÍTICA Y EXPERIMENTAL A LAS FUENTES DE ARCILLA



7. MARCO TEÓRICO.

7.1. La gestión de las materias primas.

Los suelos que forman parte de los territorios y el entorno natural que ocuparon diversas sociedades cumplen un rol importante a la hora de entender sus patrones de asentamiento e interpretar los procesos de formación de ciertos registros arqueológicos (Schiffer y Skibo 1987). En consecuencia, se ha puesto énfasis, en las últimas décadas, en la investigación de los suelos desde la óptica de la edafología. Es decir, el estudio de los suelos en su contexto natural, esencialmente desde el punto de vista de la Geografía Humana⁷⁰ y con fines arqueológicos. Los estudios de edafología ofrecen a los arqueólogos datos sobre la composición y la variabilidad local o regional de los suelos que se traducen en términos de los usos potenciales⁷¹ que pueden tener en relación a un contexto arqueológico determinado. La aplicación de esta tendencia también ha tenido cierta repercusión en estudios etnográficos. Desde estudios etnopedológicos se trata de establecer las variadas interacciones que realiza el ser humano con los recursos minerales de que dispone y qué conocimientos establece acerca de los mismos (Wilshusen y Stone 1990).

Estas tendencias han enfatizado que la distribución de los recursos minerales en el territorio proporciona áreas con una determinada composición geológica, donde hay suelos con distintas calidades que se adaptan mejor a diversos usos. Estos usos de los suelos comprenden desde los recursos necesarios para desarrollar una producción agrícola hasta aquellos que posibilitan la producción de cerámica o bien de material de construcción.

⁷⁰ En el caso de Pedología y Geografía Humana se ha estudiado la intervención del ser humano en la aceleración del ciclo geográfico de los suelos con la consecuente erosión de los mismos. También se ha tratado el suelo como recurso a partir de conceptos como la capacidad potencial y la calidad. Finalmente, se trabaja en diversos mecanismos de uso sostenible del suelo enfocados a un óptimo aprovechamiento del mismo.

⁷¹ Existen sociedades de Tabasco (México), Kofyar (Nigeria) y Ancash (Perú) donde el uso de la tierra está determinado por la variabilidad de los suelos. Mientras los suelos arenosos son fáciles de drenar, y por tanto útiles para cultivar, los suelos arcillosos (llamados *dangka*), dados sus características, presentan problemas de drenaje. Estos problemas se acrecientan desde el momento en que se intensifica la producción de alimentos lo que determina el uso de tierras menos aptas que pueden estar utilizándose para alfarería (Wilshusen y Stone 1990; Druc 1996; Gallegos y Armijo 2008).

Sin embargo, se debe considerar que la variabilidad natural de los suelos constituye sólo un parámetro para la consecución de la cultura material ya que existen otras variables de tipo cultural que determinan, en gran medida, como van a explotarse los distintos recursos minerales.

Hay que considerar que la compleja relación existente, en muchas sociedades, entre medio ambiente, percepción cultural y el tipo de explotación que se realiza de los recursos, es interactiva. El estudio de la interacción que realiza el ser humano con sus recursos nos aproxima a la organización social de la producción. Ello sucede desde el momento en que la organización social puede manipular la forma en que éstos son explotados. La explotación de los recursos se puede realizar con vistas también a la integración social de los individuos de una sociedad. De esta manera, partimos de la base que en una región concreta se pueden seleccionar, en función de las posibilidades naturales y de complejos factores históricos, diferencialmente los recursos según una serie de necesidades sociales y biológicas. Por otro lado, hay que considerar que las manifestaciones materiales ligadas a las prácticas sociales estarán, al menos parcialmente, también influenciadas por los materiales disponibles en el entorno (Kingery 1984; Rice 1984b).

Estas premisas llevan a considerar la diversidad ambiental presente en el territorio como una variable que permite abordar procesos sociales a través de las estrategias de gestión que realizan los grupos humanos. La cantidad y calidad de los recursos disponibles, así como su localización, pueden variar enormemente de un territorio a otro y en el tiempo. Los estudios que han considerado el entorno natural se han centrado en la distribución desigual de recursos que son considerados relevantes para el desarrollo de determinadas producciones materiales. En definitiva, se trata de incorporar una visión que analice la posible influencia antrópica sobre la utilización y la gestión de los recursos minerales. Esta consideración global de los recursos minerales es esencial puesto que recursos como las arcillas, imprescindibles para desarrollar cerámicas y otros artefactos, pueden entrar en conflicto por ejemplo con aquellos necesarios para desarrollar la agricultura. Algunos estudios etnoarqueológicos (Rice 1984a, b; Wilshusen y Stone 1990), demuestran que, al menos en algunos casos, la productividad agrícola, muy sensible a aspectos demográficos, puede influir en la estrategia de gestión de los recursos minerales del territorio en su conjunto.

Podemos concluir, que resulta apropiado realizar una primera aproximación al entorno natural, físico, geográfico y abiótico de aquellos recursos presentes en el entorno arqueológico con el objetivo de profundizar, posteriormente, en aspectos de otra índole. En el caso de los estudios de procedencia y la tecnología de la producción cerámica y de otros artefactos arcillosos, el análisis debe comenzar por conocer las materias primas, especialmente las de carácter arcilloso, presentes en el territorio (Tite 2008).

7.2. Las materias primas arcillosas.

Las arcillas son unos de los principales constituyentes de depósitos típicos de ambientes sedimentarios. En edafología y sedimentología, frecuentemente, se designa a la arcilla como sustancias porosas formadas por materiales heterogéneos compuestos de partículas de tamaños menores a 2 μm que están constituidas, además de por minerales propios de la arcilla, por otras sustancias entre las que se incluyen fragmentos de rocas, óxidos hidratados y sustancias orgánicas. De este modo, se llama arcilla a una gran cantidad de materiales sedimentarios de granulometría fina⁷². Desde un punto de vista tecnológico, los ceramistas consideran como arcilla a materiales de textura fina que presentan propiedades plásticas cuando están húmedos. La complejidad del término arcilla radica en que, conceptualmente, resulta diferente para el edafólogo, el ceramista, el geólogo o para el fabricante de ladrillos (Drake 1972: 11; Besoain 1985; Pollard y Heron 1996: 107; Hernández *et al.* 2003).

La composición de una arcilla está determinada por sus características de formación. La formación de sedimentos arcillosos tiene origen en la meteorización que se produce sobre el entorno geológico como consecuencia de determinadas condiciones climáticas. Las características de las arcillas estarán, por tanto, altamente condicionadas por estos factores, resultando las mismas un indicador de tales condiciones ambientales. Durante este proceso de formación de suelos, los minerales originales pueden experimentar ciertas alteraciones físico-químicas causadas por los múltiples agentes erosivos naturales que acaban depositando los materiales en cuencas sedimentarias.

⁷² Según el *Dictionary Of Geological Terms* la arcilla es un material natural que muestra propiedades plásticas en húmedo, compuesto, esencialmente, por partículas de tamaño muy fino constituidas fundamentalmente por silicatos hidratados de alúmina y, ocasionalmente, por silicatos hidratados de magnesio.

Este proceso, cuando sucede de forma repetitiva y continuada, acaba formando estructuras que, a nivel geomorfológico, están relativamente bien definidas. La acción de los procesos formadores del suelo origina mezclas de materiales que se diferencian del material parental por su comportamiento, constitución y propiedades. La abundancia y las características de un mineral concreto en el sedimento dependerá de los materiales de origen y del contexto de sedimentación (Drake 1972: 9; Worrall 1975: 43; Ruiz *et al.* 1977; Besoain 1985: 22; Lozano y Bernal 2005).

Los depósitos sedimentarios arcillosos tienen, aparentemente, las mismas características básicas, como cierta plasticidad y capacidad para hidratarse, sin embargo, éstos, en realidad, están formados por componentes litológicos que pueden variar enormemente de un depósito a otro y, en menor medida, en un mismo depósito. Estas variaciones en la composición determinan también variaciones en las características mecánicas y químicas de los sedimentos. Según sus características y cualidades, los diferentes sedimentos se adaptarán mejor a diferentes usos para los que resultan más adecuados. Dicho de otra forma, no todos los recursos arcillosos son realmente apropiados para ser utilizados indistintamente en la fabricación de cualquier objeto, por ejemplo, en la producción de cerámica. El tipo de productos arcillosos que se pueden manufacturar a partir de una materia prima depende en gran medida de las características físicas de la misma. En definitiva, la apropiación de los recursos del entorno natural estará, en parte, ligada también a criterios y necesidades técnicas vinculados con los procesos de fabricación y uso de los artefactos como: plasticidad, resistencia al shock térmico, etc. (Drake 1972: 9; Cuomo Di Caprio 1984: 39-41; Rice 1984a; Van As 1984; Arnold 2000; Cooper 2002: 12; Hein *et al.* 2004; Ramón Fernández 2006: 18; Livingstone 2007: 18; Mahmoudi *et al.* 2008).

Resumiendo, las arcillas son materiales complejos formados a partir de diversos componentes minerales y contaminaciones orgánicas de modo que no resulta apropiado hablar de arcillas sino más bien de *tierras*⁷³, ya que la arcilla es el resultado de la compleja asociación entre minerales y sustancias de naturaleza y tamaño variado (Echalier 1984; Padial 1999: 63; Clop 2007: 320).

⁷³ Este es el término que utilizan muchos alfareros actuales, como los de la zona de Ancash (Perú), para designar todo tipo de arcillas utilizadas en cerámica independientemente de sus características y cualidades (Druc 1996).

Algunos autores señalan como la tradición artesanal popular ha sabido concebir en su terminología tal complejidad: “*Les potiers parlent généralement de terres et non d’argiles. Cet usage n’est pas le resultat d’une ignorance scientifique mais, bien au contraire, d’une profonde connaissance pratique du matériau*” (Echalier 1984: 6).

Para evitar confusiones terminológicas hay que remarcar entonces la distinción existente entre el término “*fracción arcilla*” usado en los estudios granulométricos del término “*minerales de la arcilla*” utilizado en los mineralógicos. En el primero se usa el término haciendo referencia a fracción inferior a 2 μm en el sedimento, independientemente de la naturaleza de los minerales que en ella se contengan. En cambio, en mineralogía, los minerales de la arcilla, como illita, clorita, caolinita, etc., son compuestos cuyas capas de tetraedros y octaedros están apiladas y unidas por enlaces de tipo residual o por moléculas de agua. De esta forma, a pesar que los minerales de la arcilla tienen, normalmente, tamaños inferiores a las 2 μm , su tamaño no se limita a esta fracción. Por otro lado, muchos otros minerales como el cuarzo o el feldespato son susceptibles de tener un tamaño igual o inferior a 2 μm sin ser necesariamente minerales de la arcilla (Cuomo Di Caprio 1984: 29-30; Besoain 1985: 27, 151; Martineau *et al.* 2007; Fernández Navarro 2008: 92).

7.3. Arcillas y registro arqueológico.

La arcilla supone, dada su universalidad, su disponibilidad y sus características, la materia prima indicada para fabricar diversos y variados útiles. De esta forma, la arcilla ha sido y es utilizada en muchas sociedades para fabricar material de construcción, recipientes cerámicos, pigmentos, pesas de telar, figurillas, etc., incluso ha sido utilizada durante la prehistoria por sus connotaciones medicinales (Arnold 1985: 141; Rice 1987: 51; Dextreit 1988; Carretero 2002; Cooper 2002: 11; Maniatis *et al.* 2002; Ipus *et al.* 2003; Browman 2004; Capel *et al.* 2006; Aguzi *et al.* 2007).

Las variaciones en la composición de los artefactos constituyen un reflejo de cómo los complejos procesos ambientales, tecnológicos y las prácticas culturales afectan a la composición de la arcilla. Varios autores han sugerido que las variaciones observadas en las cerámicas se relacionan más estrechamente con la variabilidad geológica local, las estrategias de selección de distintas materias primas y las diversas formas de preparación que con la organización de la producción (Arnold 2000; Buxeda *et al.* 2003).

Los rasgos de la producción reflejan indirectamente la distribución desigual de los recursos en un entorno determinado, así como la gestión que realizan los seres humanos de los mismos (Rice 1984b).

7.3.1. Arcillas y estudios de procedencia.

Como se ha señalado, en algunos casos, los estudios de procedencia tratan de determinar el origen, más o menos preciso, de las materias primas utilizadas en la producción cerámica. Sin embargo, salvo raras excepciones, resulta muy complicado relacionar unos materiales arqueológicos con una serie de recursos geográficamente localizados ya que los depósitos potencialmente relacionables con la producción pueden no conocerse en su totalidad, o bien éstos pueden estar muy diseminados geográficamente. Esta dificultad se incrementa cuando los minerales presentes en el área de captación son comunes en los distintos depósitos, como suele ser usual en medios sedimentarios (Quinn y Day 2007). Autores como P. Rice (1984b), han enfatizado, por tanto, que el análisis de los recursos potencialmente disponibles en el entorno debe considerarse como relativo y no en términos absolutos.

Sin eludir estos problemas potenciales, el estudio de las cualidades y de las características de las materias primas del territorio proporciona un marco de referencia que puede ser de gran utilidad para profundizar en el origen de las materias primas utilizadas en la producción de artefactos y *manuports* o eco-factos⁷⁴ realizados con arcillas (Key y Gaskin 2000). Sin embargo, a pesar de las ventajas de esta aproximación, muchas de las investigaciones que se centran en la composición de las cerámicas arqueológicas suelen prestar escasa atención a la variabilidad potencial de las materias primas locales. Se suelen obviar, a menudo, aspectos relevantes como la localización y la accesibilidad de las distintas arcillas, así como otras variables importantes que pueden intervenir en las estrategias de adquisición de materias primas (Stark *et al.* 2000).

⁷⁴ Considerando la amplia diversidad de usos de los recursos minerales, razonamos que resulta importante amplificar el concepto de cultura material y poner cierto énfasis a la hora de señalar que la génesis de un objeto se inicia con la selección de la materia prima y no con su transformación. En este tipo de planteamientos, la selección de la materia prima se convierte en un aspecto fundamental para entender el resto de los procesos de fabricación y uso del objeto (Carreras y Nadal 2003).

Ello puede deberse a que, normalmente, los estudios centrados en la procedencia de los artefactos cerámicos han abordado el origen de las piezas a un nivel supra-regional, es decir, en términos de procedencia “local” o “importada”. En el estudio de producciones prehistóricas a mano, donde este tipo de aproximaciones resultarían especialmente útiles ya que se supone que las piezas tienen una limitada dispersión espacial, los análisis de recursos a una escala micro-regional también resultan poco usuales (Rice 1984b).

Desde esta postura, múltiples interrelaciones pueden considerarse a partir del estudio de las cualidades y la distribución espacial diferencial de los recursos localizados en territorios concretos. Esta perspectiva, dentro de los estudios de cerámica⁷⁵, requiere de la caracterización de las arcillas y de la observación del rango de variación de los recursos disponibles en referencia a su composición y sus cualidades. Estos parámetros se relacionan, directamente, con la viabilidad de los recursos que están en disposición de ser utilizados para la producción cerámica. Esta aproximación a las materias primas puede ser esencial para entender, posteriormente, las técnicas que, en su conjunto, son utilizadas en la confección de cerámica.

7.3.2. Arcillas y tecnología.

Desde una perspectiva funcionalista basada en la ciencia de los materiales, podemos asumir que, en muchos casos, los alfareros adecuan su producción o introducen determinadas acciones técnicas en función de las propiedades de los recursos que están utilizando. Para poder realizar una clasificación adecuada de la cerámica, y realizar inferencias sobre su tecnología, es recomendable conocer las características de las materias primas del entorno. Ello permite establecer comparaciones formales entre las cerámicas y las arcillas en su conjunto.

Existen limitaciones, en el uso de cualquier materia prima, relacionadas con aspectos físicos y mecánicos que pueden condicionar, limitar o expandir, las diferentes fases y técnicas implicadas en la fabricación de artefactos (Martineau *et al.* 2007).

⁷⁵ Ejemplos en arqueología de este tipo de aproximaciones pueden consultarse en Peacock 1969; Capel 1977; Howard 1982; Morris 1982; Mainman 1982; Capel 1983; Rice 1984b; Capel 1985 y 1986; Gibson y Woods 1990: 19-20; Aguayo *et al.* 1992; Binder *et al.* 1994; Padial *et al.* 1998; Olaetxea *et al.* 1999; Padial 1999; Moshe y Adan-Bayewitz 1999; Spataro 2002: 36, 40; Whitbread 2003; Klein *et al.* 2004; Maritan *et al.* 2005a; Shoval *et al.* 2006; Tsantini 2007: 129; Aguayo *et al.* 2008; Beck y Neupert 2009; Sauer y Gassner 2009.

Para conocer cómo se procede a la fabricación y a la utilización de la cultura material cerámica es necesario el estudio de los materiales cerámicos fabricados, pero también de los materiales de origen. Las problemáticas asociadas con estos procesos derivadas de la materia prima pueden reducirse a partir del estudio de su composición mineralógica, química y textural, así como de los parámetros geológicos que influyen en su distribución (Chávez y Johns 1995; Carretero *et al.* 2002), como paso previo a la investigación de los productos cerámicos acabados (Martín-Martín *et al.* 2006).

En base a las características de su composición y su localización podemos conseguir información adicional relacionada con la procedencia y la tecnología de las piezas cerámicas (Maritan *et al.* 2005). Esta estrategia de análisis permite, además de interpretar de forma más eficiente el grado de variabilidad de las pastas de las vasijas y conocer la gestión que se hace de los recursos, comprender como el ceramista manipula ciertas propiedades de la arcilla a través de acciones como la depuración de la pasta o la adición de desgrasantes. Mediante la conjunción de distintas metodologías y técnicas aplicadas al estudio de las materias primas y las cerámicas se pueden realizar inferencias que permitan caracterizar las complejas vertientes técnica, funcional, ecológica y social que adopta la cultura material (Howard 1982; Van As 1984; Rice 1984b; Blackman 1992; Courty y Roux 1999; Stark *et al.* 2000; Arnold 2000; Martineau 2001).

Este tipo de aproximaciones analíticas resultan sumamente útiles a la hora de conocer la relación de los artesanos con su medio, ubicar áreas de proveniencia de los materiales arqueológicos e indagar sobre aspectos tecnológicos relacionados con los esquemas de racionalidad de los individuos. En base a estudios experimentales y analíticos se puede estudiar cómo se procede a utilizar las arcillas y qué cambios se suceden en el tiempo en su gestión, de acuerdo con la creación de determinados tipos pasta en relación a unos criterios técnicos, funcionales y socioculturales. En conclusión, la caracterización de sedimentos, tanto del propio yacimiento como del entorno inmediato, proporciona valiosa información arqueológica. El análisis de estos depósitos y el estudio de su grado de alteración, pueden proporcionar evidencias sobre índices de actividad humana y, por tanto, aportar datos sobre las motivaciones de las acciones realizadas por los individuos (Stepoinatis 1984; Capel 1986; Pollard y Heron 1996; Bonzon 2003; Martineaus *et al.* 2007).

Finalmente, el estudio de los recursos materiales disponibles en el entorno, arcillas, desgrasantes y combustibles, así como éstos son utilizados, resulta vital para abordar el cambio y la estabilidad de la producción cerámica, o los factores que intervienen en estos procesos. La utilización de determinados recursos constituye uno de los aspectos de la cerámica que suelen ser más resistentes al cambio y en el uso continuado de un recurso influyen parámetros como la disponibilidad, el patrón de asentamiento, la escala de producción, la organización social, etc.

Para acabar, el estudio y la identificación de las fuentes de captación de materia prima puede utilizarse, ante la ausencia de otras evidencias materiales como talleres, hornos y desechos cerámicos, para aproximarse a las posibles áreas de producción. La identificación de la utilización de determinados recursos, concentrados espacialmente en áreas bien localizadas, puede ayudar a establecer hipótesis acerca de la localización de la producción en determinadas zonas del territorio. En este sentido, puede resultar interesante también contemplar una perspectiva espacial que considere el patrón de asentamiento de las sociedades prehistóricas en relación con la distribución de los distintos sedimentos en el territorio (Rice 1984b, Cordova *et al.* 2005; Sofaer 2006).

7.4. Consideraciones finales.

El territorio tiene su plasmación en recursos que se distribuyen de manera diferencial por el territorio (De Boer 1984; Vaughn y Neff 2004). Se ha creído conveniente, antes de realizar inferencias acerca de las muestras arqueológicas, iniciar la caracterización de varios recursos arcillosos disponibles en la zona de *Santa Ponça*, con la finalidad de realizar, en una primera fase, aproximaciones técnicas a sus características y cualidades así como a su distribución espacial. Este tipo de perspectivas resultan vitales para abordar, junto con el estudio de los materiales arqueológicos y sus contextos, si existe alguna significación relacionada con aspectos de tipo técnico, funcional, económico, ecológico y cultural en la utilización de determinados suelos y materias primas (Arnold 2000). Se puede concluir afirmando que, en la interpretación final que se haga de las formas de gestión de los recursos, deben tenerse en cuenta también parámetros de tipo social, simbólico y técnico, que pueden motivar la selección de determinadas materias primas. Sólo de esta forma, se podrá profundizar en los fenómenos que subyacen en la captación de determinados recursos en el espacio y en el tiempo (Martineau *et al.* 2007).

Los variados usos que realizan los seres humanos de este tipo de recursos justifican ampliamente la localización y la caracterización de las diversas vetas de arcilla disponibles en el territorio objeto de estudio. A pesar de que como se ha señalado la arcilla se utiliza para muchas funciones, en este trabajo se le va a dar especial importancia al uso de esta materia prima en relación con la producción de recipientes de cerámica, tanto en su utilización como pasta base, como en las diferentes aplicaciones arcillosas documentadas en forma de desgrasante, engobe, etc.

La cerámica constituye, por definición, uno de los registros materiales más numerosos y habituales, tanto en las prospecciones como en las excavaciones arqueológicas y, en nuestro caso, conforma la mayor parte del registro analizado. Hay que señalar, que también se ha tenido en consideración la posible relación existente entre las materias primas analizadas y otros tipos de artefactos menos usuales en el registro arqueológico: pesas de telar, adobes y otros materiales de construcción, que también se han analizado. Esta comparación resulta interesante ya que se constata en el continente, al menos desde sociedades neolíticas, la explotación diferencial de los recursos arcillosos en función del tipo de artefacto y, por tanto, del uso que va a tener la materia prima (Di Pierro 2003; Bonzon 2003; Martineau *et al.* 2007).

Como ya han señalado estos autores, considerar el origen de otro tipo de artefactos arcillosos permite afrontar la complejidad de los procesos relacionados con la gestión de los recursos. A través de la comparación de los materiales utilizados en la producción cerámica, frente a los utilizados para fabricar otro tipo de artefactos, podemos indagar en la relación existente entre el uso de determinadas técnicas y materias primas y la fabricación de objetos diversos. A su vez, ello permite abordar el entramado de interrelaciones y transferencias de ideas que se pueden producir entre distintas tecnologías (Tite 1999).

En definitiva, una parte del estudio de las materias primas que pudieron utilizar los ceramistas se entronca, en gran medida, dentro de parámetros tratados por la *ecología cultural* y el *funcionalismo*. Estos planteamientos tienen como objetivo relacionar determinados recursos y posibilidades tecnológicas que el individuo tiene a su alcance, con las necesidades culturales, funcionales y biológicas que se manifiestan a su vez en los productos que realiza. Así pues, el estudio de las materias primas y de sus propiedades tecnológicas proporciona un marco de referencia sobre el que podemos interactuar con los datos arqueológicos y podemos aproximarnos a las estrategias de gestión y racionalización de los recursos (Rice 1984b).

El estudio de las materias primas minerales tiene cinco objetivos básicos:

1. Realizar un acercamiento a las posibilidades materiales al alcance de las diversas poblaciones que ocupan un territorio.
2. Evaluar la adecuación de los materiales a diversas necesidades biológicas y sociales.
3. Conocer las cualidades de los materiales en relación a como éstos pueden ser percibidos y, por lo tanto, seleccionados.
4. Generar un marco de referencia sobre el que poder comparar las muestras arqueológicas con la finalidad de afinar de forma más precisa en el origen de las materias primas utilizadas en su fabricación. Esta perspectiva tiene la subsiguiente posibilidad de poder realizar una aproximación espacial a la gestión de recursos.
5. Proveer de información potencial que nos permita evaluar y explicar algunos de los rasgos técnicos observados en las cerámicas arqueológicas, así como sus posibilidades de adaptación a diversas funciones.

7.5 Estudios aplicados al análisis de arcillas naturales.

7.5.1. Perspectivas y tendencias.

Existe abundante bibliografía acerca de estudios que examinan la variabilidad, las características y las cualidades de los depósitos arcillosos en relación con su uso y selección dentro de la producción cerámica. Los trabajos consultados suelen contemplar el análisis de las materias primas de territorios bien definidos empleando un entramado de complejas técnicas analíticas. De todas formas, se observan importantes diferencias en los planteamientos iniciales de las investigaciones dependiendo de la naturaleza más o menos arqueológica de los trabajos.

Por un lado, se constatan investigaciones en el campo de la ceramología, de corte tecnológico y experimental, que se han centrado en conocer exhaustivamente las cualidades de los materiales y su comportamiento en el plano físico-químico. En estos trabajos, se ha priorizado el estudio de determinadas variables consideradas muy relevantes para la producción cerámica, como la plasticidad o los cambios que se producen en los materiales durante su deshidratación.

El objetivo final de estos estudios consiste en aproximarse, experimentalmente, a las características de distintos tipos de arcilla durante diversas fases del proceso de fabricación como el modelado, el secado y la cocción de las piezas. En la amplia mayoría de los casos, el estudio en profundidad de las materias primas se realiza destacando su aplicación funcional a la industria cerámica actual⁷⁶ (Chávez y Johns 1995; Murad y Wagner 1996; Strazzeria *et al.* 1997; Khalfi y Blanchart 1999; Carretero *et al.* 2002; Bernal *et al.* 2003; Dias *et al.* 2003; Duitama *et al.* 2004; Toledo *et al.* 2004; Ipus *et al.* 2005; Souza *et al.* 2005; Ferrari y Gualtieri 2006; Maritan *et al.* 2006; Mahmoudi *et al.* 2008; Jordan *et al.* 2008).

Desde esta perspectiva, y dentro del ámbito nacional, hay que señalar abundantes estudios que han examinado las materias primas asociadas a producciones alfareras locales de corte tradicional que se muestran rentables en la actualidad. Hay que destacar los estudios realizados en zonas de fuerte tradición cerámica como Pereruela, Castellón y León (Artigas *et al.* 2000; Lacasa *et al.* 2000; Jordan *et al.* 2001; Martín-Martín *et al.* 2006; Delgado *et al.* 2007; Jordan *et al.* 2008; Albero y Puerta 2009).

Por otro lado, se constatan estudios plenamente arqueológicos⁷⁷ donde se apuesta por el análisis conjunto de los materiales arqueológicos y de las arcillas más próximas u obtenidas en contextos arqueológicos. Con ello, se pretende realizar un

⁷⁶ Esta aproximación resulta interesante también para los estudios de cerámica prehistórica aunque existan algunos inconvenientes a la hora de aplicar principios de cerámica moderna directamente sobre cerámicas a mano. En muchos casos, la cerámica prehistórica es gruesa y está cocida a baja temperatura mientras la cerámica actual se realiza con pastas muy finas y se cuece a altas temperaturas por lo que existen abundantes disimilitudes técnicas. Sin embargo, las investigaciones en el campo de la producción cerámica moderna han proporcionado ciertos conocimientos sobre ciertos procesos tecnológicos y han favorecido la aplicación de metodologías sofisticadas y actuales con las que comprender la tecnología de las cerámicas prehistóricas (Gibson y Woods 1990: 24).

⁷⁷ Peacock 1969; Capel 1977; Howard 1982; Morris 1982; Mainman 1982; Capel 1983; Rice 1984b; Capel 1985; Capel 1986; Varela 1990; Aguayo *et al.* 1992; Bollong *et al.* 1993; Binder *et al.* 1994; Padial *et al.* 1998; Olaetxea *et al.* 1999; Padial 1999; Moshe y Adan-Bayewitz 1999; Key y Gaskin 2000; Espí Pérez 2000; Soltman 2001; Gómez *et al.* 2002; Spataro 2002: 36, 40; Dias *et al.* 2003; Whitbread 2003; Klein *et al.* 2004; Drebuschak *et al.* 2005; Neff 2005; Papadopoulou *et al.* 2006; Shoval *et al.* 2006; Watkins 2006; Gherdán *et al.* 2007; Kretier *et al.* 2007; Szákmány y Starnini 2007; Aguayo *et al.* 2008; Tite 2008; Brodà *et al.* 2009; Kibaroglu *et al.* 2009; Sauer y Gassner 2009; Starnini y Szakmány 2009; Taubald 2009; Kóvacs *et al.* 2009; Jorge *et al.* 2009; Rasmussen *et al.* 2009.

acercamiento más preciso al registro arqueológico y a las pautas de conducta que se desarrollaron en la selección de materias primas utilizadas para crear todo un universo de artefactos que se adaptan a variadas necesidades.

En un número menor de estudios se opta además por la realización de series experimentales con la finalidad de aproximarse al comportamiento de algunas variables muy concretas y, en definitiva, a las cualidades y comportamientos de las arcillas en función de su relación con la manufacturación de cerámica arqueológica (Key y Gaskin 2000; García Heras *et al.* 2001; Carter 2002; Nuñez *et al.* 2002; Vaughn y Neff 2004; Maritan *et al.* 2005a y b; Capel *et al.* 2006; Tsantini 2007: 129; Fernández Navarro 2008).

Finalmente, desde una vertiente más *etnoarqueométrica*, se está trabajando sobre cómo las causas culturales y la organización de la producción pueden determinar las estrategias de gestión de los recursos de diversas sociedades. Se hace especial énfasis en el reflejo que tienen estos fenómenos en la materialidad considerando conjuntamente el análisis de los depósitos arcillosos y los artefactos. Estos trabajos han hecho hincapié en como el contexto histórico y social afecta, junto a otras variables ya señaladas, a la selección de determinados recursos y a la manipulación de los mismos (De Boer 1984; Gosselain 1994; Cruz 1996; Arnold 2000; Livingstone-Smith 2000; Mercader *et al.* 2000; Neupert 2000; Pool 2000; Stark *et al.* 2000).

En otros estudios *etnoarqueométricos*, de corte teórico y metodológico, se ha observado el grado de variabilidad de las cerámicas en relación a algunos centros productores, materias primas y técnicas de manufactura conocidas. Este procedimiento, que tiene un objeto de estudio cuya solución es conocida, se ha utilizado para testar la eficacia de varios métodos arqueométricos, especialmente aquellos centrados en la composición química y en el origen de las piezas. Estos planteamientos, han puesto de relieve la complejidad de los agentes composicionales que subyacen en el establecimiento de agrupaciones de cerámicas arqueológicas. Especialmente, se han testado algunos parámetros, como el comportamiento de las tierras raras o algunos elementos químicos dentro de las pastas, así como los efectos que tienen en la misma la adición de desgrasantes (Arnold *et al.* 2000; Buxeda *et al.* 2003; Hein *et al.* 2004; Livingstone 2007; Beck y Neupert 2009).

Podemos concluir señalando que, mediante estos estudios y aproximaciones analíticas, se pretende conocer como la búsqueda de determinadas cualidades en los objetos puede favorecer, dentro de la producción cerámica, la utilización de determinadas arcillas, técnicas y desgrasantes. En arqueometría cerámica se utilizan para afinar en la procedencia de los materiales, precisar algunos aspectos de las técnicas utilizadas en la fabricación y testar parámetros teóricos y metodológicos. El paso final consiste, en la mayoría de estudios arqueológicos, en trascender la mera interpretación de los resultados técnicos e integrarlos con el contexto social (Martineau *et al.* 2007).

7.5.2. Antecedentes en las Islas Baleares.

Como se ha sintetizado, las materias primas arcillosas han sido objeto de múltiples estudios, realizados desde diversas tendencias y combinando desde el análisis de los recursos hasta el estudio del material cerámico de sociedades vivas y extintas, incluso, en algunos casos, también en relación con el patrón de asentamiento de estas comunidades. Los avances realizados han permitido establecer una metodología relativamente consensuada acerca de cómo hay que aproximarse al estudio de las materias primas y sus cualidades. A la vez, han puesto en evidencia la complejidad de los procesos que pueden estar inmersos en la variabilidad de las cerámicas y de las materias primas utilizadas. Sin embargo, los estudios realizados en Mallorca y en las Islas Baleares centrados en la localización, clasificación y caracterización de materias primas arcillosas son muy escasos.

Por un lado, se constatan en Mallorca algunas aproximaciones de tipo experimental a las materias primas arcillosas. El objetivo principal de estos estudios, ha consistido en establecer relaciones entre los datos obtenidos en la investigación de las cerámicas arqueológicas⁷⁸ con la experimentación empírica a partir de una serie de recursos arcillosos localizados en el entorno. En los estudios experimentales documentados, se observa como una fase fundamental del proceso la creación de réplicas cerámicas y cocciones consideradas por parte de los investigadores como análogas o similares a las utilizadas por las comunidades prehistóricas (Gasull *et al.* 1984: 77-82; Waldren 1991).

⁷⁸ Básicamente se ha abordado el estudio de formas, pastas, desgrasantes, acabados, decoración y estrategias de cocción.

Por otro lado, los estudios que se han centrado en conocer la composición de las arcillas del entorno son prácticamente inexistentes. Los pocos análisis realizados han prestado especial atención a la cuantificación de determinados elementos presentes en las mismas, como los carbonatos, obviando otros componentes de la pasta como los minerales de la arcilla y la granulometría del sedimento (Waldren 1991). Otros análisis más recientes han contemplado la realización de análisis mineralógicos más complejos mediante difracción de rayos X, tanto en muestra total como en base a agregados orientados, sobre algunos sedimentos con la finalidad de conocer su composición mineralógica. De todas formas, en estas caracterizaciones de sedimentos, realizadas en la *Cova des Carritx*, o *Ses Arenes de Formentor* en Menorca (Gómez Gras y Risch 1999; Andreu *et al.* 2007) y en *Son Ferragut* en Mallorca (Risch y Gómez Gras 2003), los investigadores se han centrado en conocer esencialmente la procedencia de las materias primas y han dejado de lado las relaciones entre la composición y las cualidades de las arcillas. Finalmente, otros análisis de arcillas realizados mediante DRX en yacimientos arqueológicos de Mallorca han utilizado perspectivas encaminadas a solucionar cuestiones más propias de la geología (Gracia *et al.* 2003).

8. MUESTREO Y RUTINA ANALÍTICA.

8.1. Selección de muestras arcillosas.

Para el estudio de las materias primas arcillosas potenciales se han seleccionado una serie de muestras procedentes de cinco depósitos arcillosos secundarios adscritos a un territorio bien demarcado, el de la península de Calviá. Como se ha visto, las comunidades de la Edad del Hierro (900-123 BC) que habitaron esta zona definieron y estructuraron perfectamente este territorio mediante la creación de un entramado de yacimientos estratégicos y redes visuales interconectadas con una alta concentración en determinados puntos relevantes del hinterland del *Puig de Sa Morisca* (Calvo *et al.* 2005, 2006; 2009; Calvo 2009).

Las arcillas se seleccionaron a partir de una serie de parámetros que han permitido acotar los análisis a un número reducido de muestras representativas de los distintos depósitos presentes en la zona, especialmente de aquellos que han mostrado una mayor predisposición hacia la actividad alfarera.

Sin embargo, hay que ser conscientes de que el territorio registrado no es una copia exacta del que existió hace varios milenios, lo que limita, necesariamente, esta aproximación. En todo caso, en este tipo de estudios, y teniendo en cuenta la escala temporal de los procesos geológicos, es preferible considerar que las fuentes de arcilla disponibles actualmente también lo estuvieron en un pasado cercano, especialmente si éstas se ubican cerca de los yacimientos (Rice 1984b).

También debemos ser conscientes que la investigación se realiza desde un presente histórico, donde el territorio y sus recursos no son percibidos de la misma forma en que lo hacían las poblaciones que habitaron la zona durante la prehistoria. Por un lado, hay que considerar que, probablemente, no se ha tenido acceso a una parte de los recursos ya que el territorio ha sufrido una serie de cambios que responden a dinámicas históricas diversas. Entre los principales problemas se presenta el alto grado de urbanización que se ha desarrollado en la zona y que ha ido cubriendo los depósitos de la albufera original. Por otro lado, no se han analizado los sedimentos de *terra rossa* que se hallan al norte del hinterland, puesto que existe una alta probabilidad de que se encuentren alterados y contaminados por las labores agrícolas.

Estos depósitos de arcillas de descalcificación son conocidos en el Mediterráneo por el color ligeramente rojizo del suelo, constituyen suelos muy fértiles y poco ácidos. Este tipo de suelos constituyen los de mayor calidad agrícola de la isla, por lo que suele ser habitual su contaminación o alteración como consecuencia de acciones como despedregar y mezclar tierras con la finalidad de mejorar la rentabilidad agrícola. El cultivo a través del tiempo va separando los componentes de los depósitos, ya que los agricultores suelen eliminar las piedras calizas de color blanco. Este proceso, que puede observarse en cualquier zona agrícola de secano, potencia los procesos naturales de meteorización química de las margas alterando enormemente la composición de los suelos (ITGE 1991b; Salas 1997).

Entre las estrategias utilizadas para el muestreo hay que señalar:

8.1.1. Prospecciones.

Como se ha indicado antes, existe en múltiples sociedades una clara conexión espacial entre los asentamientos humanos y diversos recursos minerales, como la arcilla (Matson 1989; Cordova *et al.* 2005). De esta forma, se llevaron a cabo prospecciones intensivas (García Rosselló y Albero 2008; Albero y García Rosselló 2010) en este territorio bien definido geográficamente y antrópicamente con la finalidad de identificar en el espacio la mayor cantidad posible de afloramientos arcillosos presentes en la actualidad. También se han seleccionado muestras procedentes de lugares cuya nomenclatura popular aparece relacionada con trabajos de alfarería o bien hacen referencia a perforaciones en la tierra. Este es el caso de topónimos como *Comellar de sa Terra des Gerrers (Santa Ponça)* y *Es Clot de sa Terra (Cala Vinyes)*. En estas prospecciones se identificaron hasta 40 tipos de sedimentos diferentes que, *a priori*, parecían aptos para la producción cerámica y que se situaban a menos de 4 km del *Puig de Sa Morisca* (Fig. 44). De estos afloramientos se han seleccionado siete muestras para análisis arqueométrico. En la recogida, las muestras se limpiaron previamente las capas superficiales del suelo antes de la extracción de la muestra definitiva con la finalidad principal de evitar contaminaciones orgánicas o de otros sedimentos más modernos (Howard 1982).

Para determinar la distancia máxima a prospectar se utilizaron como base varios estudios etnológicos que han considerado esta variable en un alto número de sociedades domésticas, esencialmente de África y Sudamérica, donde la cerámica se realiza a mano. El sistema socioeconómico en el que se inserta la producción cerámica en época Talayótica y Postalayótica parece ser de tipo doméstico, donde el intercambio extra-regional de bienes de primera necesidad no constituye una base económica importante. Las comunidades pueden considerarse, presuntamente, autosuficientes en lo que se refiere a la producción de productos manufacturados (Palomar 2005).

La elección de analizar materias primas disponibles sólo en este territorio se debe a que, en sociedades con sistemas de tipo doméstico y no doméstico, los recursos más empleados en la producción cerámica: arcillas, desgrasantes y combustibles, sobre todo aquellos de los que se requieren cantidades importantes, como la arcilla base, suelen provenir del entorno más cercano del asentamiento⁷⁹.

⁷⁹ Este tema ha sido abordado en profundidad por autores como D. Arnold (1985, 2000, 2005, 2006) o O. Gosselain (1994; Gosselain *et al.* 1996; Gosselain y Livingstone-Smith 2005; Gosselain 2008). De

El área de captación de recursos suele situarse, en un 96% de los casos, en un radio de territorio inferior a los 4 km que supone el *Rango de explotación preferencial*. En un 49% de los casos, los recursos proceden de menos de 1 km de distancia. El porcentaje residual que no se incluye en estas medias, se relaciona con la obtención de materias primas de uso casual o minoritario, como pigmentos y resinas. Es decir, materias primas con las que no se confeccionan la mayoría de piezas. En este sentido, la utilización de criterios economicistas, ligados al principio de “mínimo esfuerzo”, pueden ser *a priori* deseables para afrontar la forma en la que se utilizan los recursos arcillosos en la producción de cerámica y otros artefactos.

Los recursos captados a distancias mayores se suelen adscribir a otras conductas, alejadas del “mínimo esfuerzo”, ligadas a desplazamientos por el territorio en base a enlaces familiares o contactos comerciales en los que, durante el viaje, se aprovecha para recoger pequeñas cantidades de otros recursos que resultan más limitados en el territorio. Finalmente, debemos considerar que la utilización de recursos de uso cotidiano y masivo, que se encuentran a larga distancia, requiere de una serie de ajustes sociales e infraestructuras en vistas a mantener una estrecha interacción con agentes externos que posibiliten la obtención y la circulación de las materias primas (De Boer 1984; Rice 1984a; García Rosselló 2008: 131).

todas formas, existen muchos otros estudios arqueológicos y etnográficos que, de una forma más discreta, confirman la validez de este planteamiento previo (De Boer 1984; Varela 1990; Skibo 1992; Druc 1996; Livingstone-Smith 2000; Martineau *et al.* 2007; Cooper 2002: 202; Spataro 2004; Livingstone-Smith 2007; Moshe y Adan-Bayewitz 1999; Krause 1984; Matson 1989; Longacre 1999; Mercader *et al.* 2000; Vaughn y Neff 2004; Capelli *et al.* 2006; Gallegos y Armijo 2008; García Rosselló 2008; Beck y Neupert 2009).

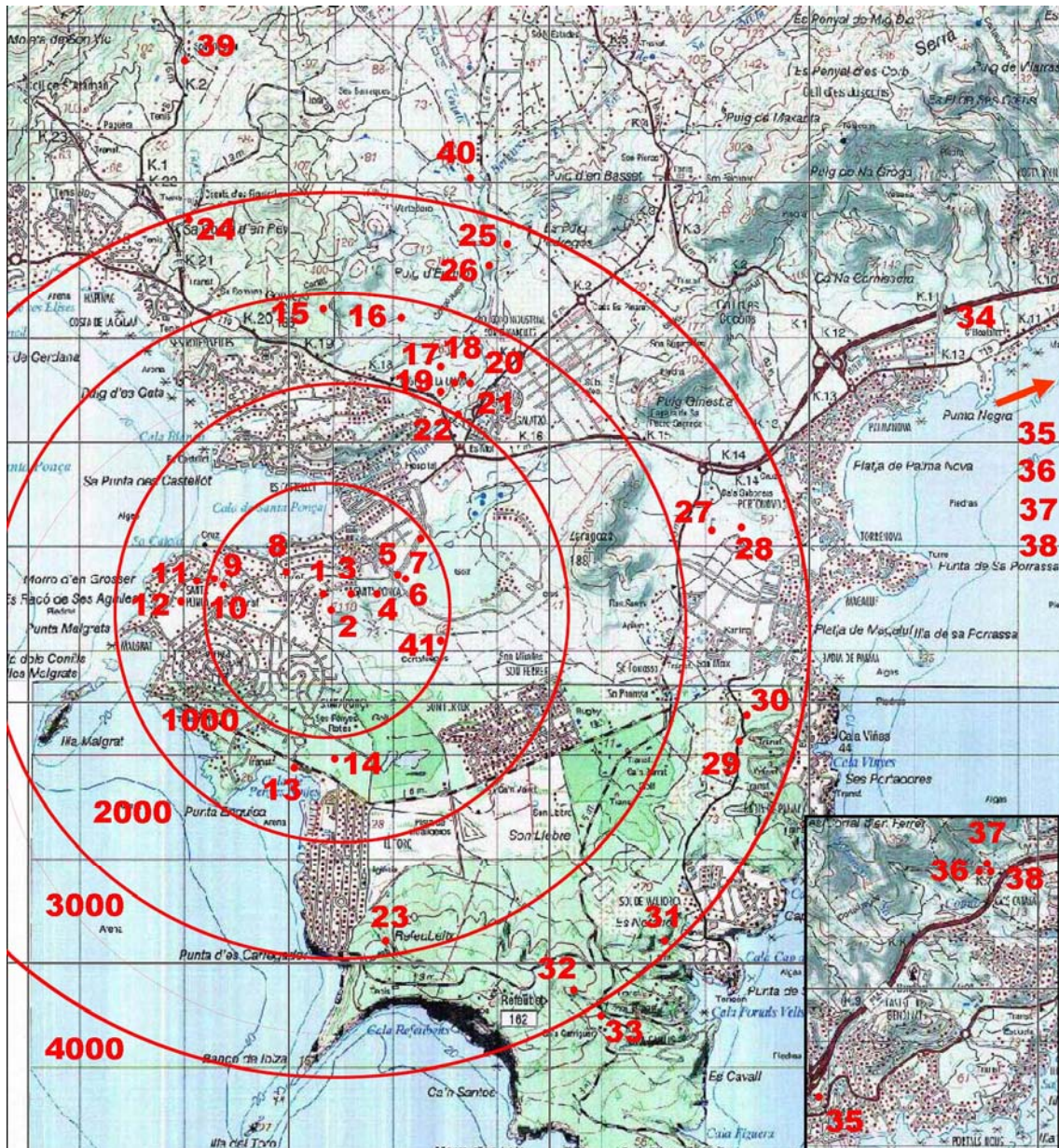


Figura 44. Mapa del área prospectada con la localización de las muestras prospectadas y seleccionadas. Las arcillas de mayor plasticidad se localizaron en el radio inmediato a los yacimientos. Los puntos rojos corresponden con las arcillas localizadas a las que se ha aplicado un test de plasticidad y cada circunferencia representa 1 km (Albero y García Rosselló 2010).

8.1.2. Test de plasticidad.

Se realizaron test de plasticidad sobre todas las muestras prospectadas con la finalidad de realizar una primera aproximación a las cualidades de los sedimentos en relación a las necesidades de la producción alfarera (García Rosselló y Albero 2008; Albero y García Rosselló 2010). Este tipo de pruebas se usan normalmente por numerosos alfareros (Harvey 1978) y también ha sido propuesta su utilización (Morales *et al.* 1986; Padial 1999) para evaluar la plasticidad de los afloramientos de arcilla cercanos a los yacimientos. Este test se ha observado en las 40 muestras prospectadas y testadas. De este modo, se pudieron establecer diferentes grados de plasticidad que permitieron, por un lado, seleccionar para analíticas aquellas muestras con una plasticidad alta y media, es decir, las más adecuadas para el trabajo alfarero. Por otro lado, esta estrategia permitió rechazar aquellas arcillas que carecen de plasticidad y resultan poco aptas en alfarería (Howard 1982). La decisión de realizar análisis sobre algunas vetas menos plásticas, como la obtenida en *Cala Vinyes*, se debe a que resulta recomendable incluir estudios de vetas potencialmente no explotables para alfarería. La finalidad, en este caso, consiste en conocer la variabilidad cualitativa de los depósitos disponibles en el área con tal de aproximarnos a los criterios utilizados en la selección de las materias primas (Arnold 2000).

La amplia mayoría de las muestras testadas (65%), resultaron carecer de plasticidad y tener gran tendencia a fracturarse durante el secado. El 35% restante tenía la plasticidad mínima para modelar un *columbin* y, algunas, mostraron una gran plasticidad. Hay que señalar que, espacialmente, las arcillas asociadas a este porcentaje minoritario de recursos plásticos se ubican en el área más cercana al *Puig de Sa Morisca*, a menos de 1.5 km de distancia (García Rosselló y Albero 2008; Albero y García Rosselló 2010).

8.1.3. Criterios geológicos.

Estudios como el que aquí se contempla deben complementarse, necesariamente, con la información contenida en los mapas geológicos de la zona. Algunos estudios, han podido constatar como la diferente composición de sedimentos arcillosos en una misma zona geográfica puede estar en estrecha relación con un origen geológico distinto (Barahona y Linares 1970 en Navarrete y Capel 1977).

Los mapas geológicos son útiles como herramienta para este tipo de trabajos ya que representan diferentes unidades que son coherentes en su litología y en sus características de formación, aspecto que puede estar directamente vinculado con las cualidades que presentan las materias primas (Fernández Navarro 2008: 93).

De todas formas, su uso exclusivo presenta ciertas limitaciones puesto que definen la estructura general del suelo sin mostrar las vetas de arcilla de calidad, que son las que pueden tener una mayor relación con los datos obtenidos del registro arqueológico (Howard 1982). Uno de los objetivos de este apartado consiste, por tanto, en complementar las posibles carencias que puedan existir en estos estudios geomorfológicos, priorizando la caracterización y la determinación de ciertos atributos cualitativos y cuantitativos de los recursos arcillosos potencialmente explotables. Este procedimiento constituye un aspecto fundamental en las caracterizaciones realizadas con la finalidad de conocer la calidad de las arcillas y su distribución espacial (Duitama *et al.* 2004; Szákmany y Starnini 2007).

Geológicamente, y a pesar de tratarse de un territorio relativamente pequeño, la península de Calviá ha mostrado una amplia diversidad de depósitos arcillosos. En este sentido, las muestras seleccionadas resultan representativas de esta diversidad ya que se ha analizado, al menos, una muestra por cada estructura geológica (Fig. 46 y Cuadro 9). Los distintos tipos de depósitos seleccionados son de tipo secundario, es decir, depositados lejos de las rocas madre por procesos de transporte y con un alto grado de alteración (Besoain 1985; Fernández Navarro 2008: 94).

Los depósitos analizados presentan las siguientes características geomorfológicas:

a) Arcillas del Cretácico (Albufera de *Santa Ponça*-CA).

Son arcillas procedentes de una cata (Fig. 45) realizada en la albufera de *Santa Ponça* y aparecen documentadas en los mapas geológicos de la zona realizados por el IGME en 1958, aunque no se constatan en los mapas más recientes publicados por esta misma institución en 1991. En definitiva, carecemos de datos actualizados sobre esta formación arcillosa, más allá de su edad geológica y su relación con un ambiente marino.

De esta manera, el estudio de los sedimentos originales de la albufera, en una zona situada a unos 50 m del *Turó de les Abelles*, no había sido posible hasta el verano de 2007⁸⁰, cuando la construcción de un complejo deportivo permitió abrir una cata. En este momento, los sedimentos resultaron accesibles, ya que éstos se hallaban sepultados (Figura) por una serie de materiales de relleno que fueron añadidos intencionalmente en los años 70 con la finalidad de desecar la zona y urbanizar (Camps y Vallespir 1998). Los afloramientos de esta época más visibles y constatados se situarían en la zona de Establiments (Palma), estos sedimentos cretácicos continúan aflorando hacia la costa de Calviá por el *Pas de Sa Mula*. Ahora podemos asegurar que éstos habrían tenido cierta importancia en la zona de *Santa Ponça*. En este sentido, debemos señalar que, en esta cata, aparecieron restos de dos fragmentos de cerámica púnico-ebusitana evidenciando que los estratos analizados aflorarían en la segunda mitad del último milenio BC. Este hecho, permite aceptar como válida la hipótesis que sugiere que, en este momento, estos afloramientos todavía estaban presentes en la albufera, aunque fuera de forma marginal o bien formando pequeñas vetas. Otras catas, cuyas muestras permanecen sin analizar, realizadas a inicios de los 70 (Camps y Vallespir 1998) y antes de la colmatación antrópica de la zona, revelaron la presencia de un sedimento, con características muy parecidas al estudiado, que pudo estar presente en gran parte de la albufera.



Figura 45. Imagen de la estratigrafía de la cata que deja a la vista el sedimento del Cretácico.

⁸⁰ La cata y la toma de muestras fue realizada y supervisada por el Dr. Manuel Calvo y Gabriel Servera (Laboratorio de Prehistoria, UIB).

b) Arcillas del Paleógeno (*Turó de les Abelles*-TA y *Comellar de Sa Terra des Gerrers*-CG).

Son arcillas procedentes del *Comellar de sa Terra des Gerrers* y el *Turó de ses Abelles* que se relacionan con estratos sedimentarios blandos configurados durante el Mioceno Inferior, el Oligoceno y el Eoceno que conforman un relieve suave. Éstos suelen estar cubiertos con depósitos del Holoceno y en las proximidades resulta habitual encontrar, además, arenas eólicas. Por otro lado, se documenta, a escasos metros, un pequeño macizo del Jurásico, donde se sitúa el asentamiento del *Puig de Sa Morisca*, formado por margas y calizas con sílex. Se trata de un conjunto litológicamente variado, de conglomerados y arcillas con una alternancia irregular de fangos rojos y amarillentos con niveles de conglomerados, calizas arenosas y areniscas calcáreas, limos y calizas que presentan zonas de paleosuelos con raíces y niveles de ciénagas (ITGE 1991: 23).

c) Arcillas del Pleistoceno (*Salobrar de Magalluf*-AM).

Son arcillas procedentes del *Salobrar de Magalluf* que se componen de estratos formados durante el Pleistoceno Superior. Están compuestos, principalmente, por sedimentos fangosos, limos arcillosos con abundante materia orgánica, observable de forma macroscópica, y niveles de arena. Esta unidad sedimentaria, que representa a sedimentos de facies lagunar, se corresponde con una laguna individualizada del mar mediante una barrera de dunas y depósitos litorales. Posteriormente, estos depósitos se han desecado y saneado, primero para la creación de terrenos agrícolas y luego para urbanizar, por estos motivos su delimitación actual es imprecisa. El carácter lagunar y salino de la formación es la causa que el sedimento recogido esté muy húmedo. En las proximidades se hallan también limolitas y arcillas rojas, con cantos de calizas, del cuaternario. Las muestras de este depósito, ubicado a 3.800 m del núcleo de hábitat fortificado fueron recogidas tanto en superficie como a 1.5 m de profundidad.

d) Arcillas del Holoceno:

d.1. Torrentera de la albufera de *Santa Ponça* (ASP).

Se trata de unos sedimentos del Holoceno recogidos en el lecho de una torrentera de pequeñas dimensiones y escaso relieve que drena un recorrido de 8.46 km² extendiéndose por el sector este o meridional de la albufera de *Santa Ponça*, donde actualmente se ubica un campo de golf que ha alterado la configuración original del terreno. Los estudios geológicos disponibles (Rodríguez Perea *et al.* 1997) proporcionan pocos datos sobre este depósito, sin embargo, nos señalan que se compone básicamente de materiales cuaternarios. Podemos señalar que en las proximidades de esta torrentera se sitúan una serie de brechas calcáreas, calizas y dolomías del Lías localizadas en el *Puig de Saragossa*, una colina de 185 m en la que nace la torrentera.

d.2. *Clot de Sa Terra* (Cala Vinyes-CV).

Se trata de estratos de margas calcáreas formados durante el cuaternario compuestos por limolitas y arcillas rojas, con cantos de calizas. La muestra de esta arcilla situada a 4.160 m de distancia del *Puig de Sa Morisca* fue obtenida a una profundidad de 3 m aprovechando la existencia de un socavón realizado por unas obras que se están llevando a cabo en la zona. Como se ha señalado, la decisión de realizar análisis sobre estas vetas se debe a que es recomendable realizar estudios sobre vetas de arcilla potencialmente no explotadas. Ello permite conocer la variabilidad de la calidad de los depósitos disponibles y, por tanto, qué criterios se utilizaron en la selección de las materias primas (Arnold 2000).

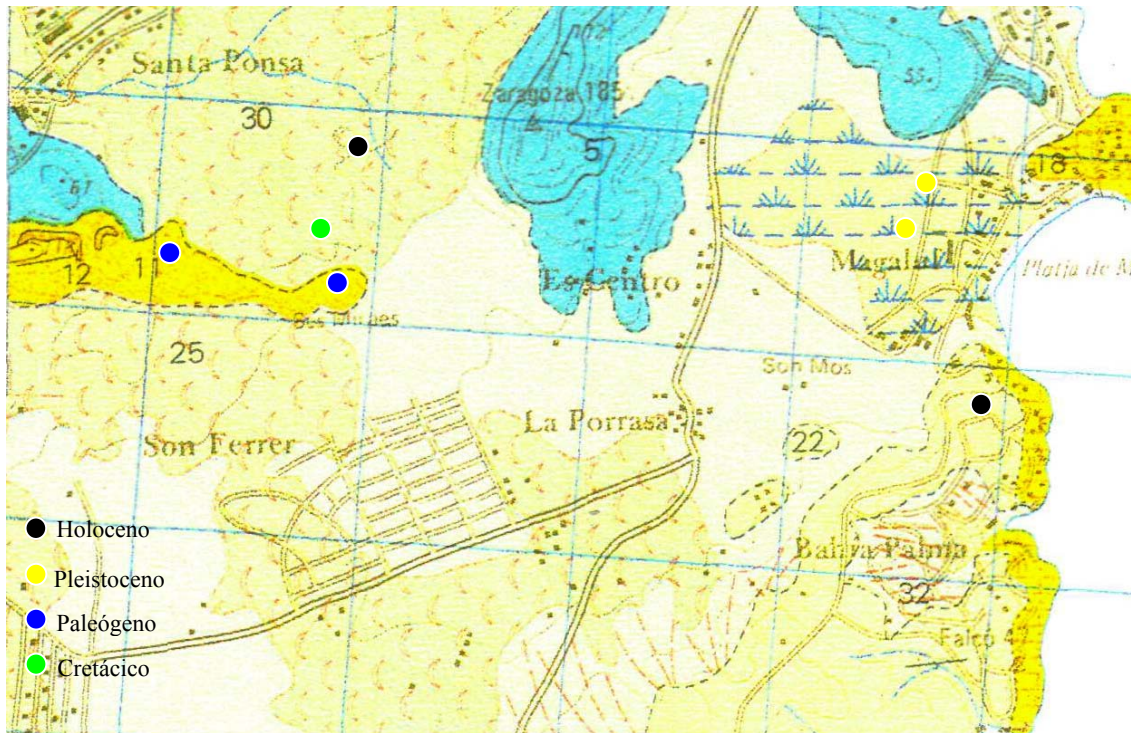


Figura 46. Mapa geológico (ITGE 1991) con la localización de los distintos depósitos arcillosos seleccionados.

Cuadro 9. Muestras de arcillas analizadas: distancia a *Puig de Sa Morisca*, profundidad de extracción, periodo geológico y localización.

Nº	Veta	Distancia	Profundidad	Periodo	UTM: x	UTM: y
1	<i>Cala Vinyes</i>	4160	3 m	Holoceno	459434	4372172
2	<i>Salobrar de Magalluf</i>	3800	Sup.	Pleistoceno	459256	4374197
3	<i>Salobrar de Magalluf</i>	4000	1.5 m	Pleistoceno	459354	4374163
4	<i>Turó de les Abelles</i>	750	Sup.	Mioceno/Eoceno	456174	4373662
5	<i>Sa Terra des Gerrers</i>	550	Sup.	Mioceno/Eoceno	455951	4373694
6	<i>Santa Ponça</i>	1100	Sup.	Holoceno	456319	4374050
7	Cata Cretácico	900	2 m	Cretácico	456135	4373753

8.2. Aproximación analítica.

La rutina de análisis ha combinado diversos métodos que abarcan desde la experimentación o la identificación de microfósiles, hasta el desarrollo de una serie de analíticas en laboratorio combinando diversas técnicas. La aplicación conjunta de distintas perspectivas de estudio, se realiza con la finalidad de obtener el máximo de información de los afloramientos de arcilla en su conjunto en términos de composición y calidad.

Como se ha señalado, se trata de una información que es potencialmente aplicable en términos de procedencia y tecnología cerámica ya que las características mineralógicas, químicas y granulométricas de las materias primas tienen su expresión en términos de composición y de propiedades físicas. Por otro lado, ya se ha señalado la importancia que tiene el conocimiento de estas cualidades en las arcillas, puesto que los alfareros usualmente seleccionan, preparan y usan la pasta cerámica teniendo en cuenta sus propiedades y características (Arnold 2000).

Las cualidades de una pasta, y su grado de adecuación a la alfarería, no dependen sólo de las propiedades físicas y químicas del sólido. Hay otros factores que influyen, como la composición del agua o el tipo de ambiente, más o menos húmedo, en el que se desarrolló el proceso de fabricación. Éstas, son condiciones que lógicamente desconocemos de los ceramistas antiguos, como consecuencia, los experimentos y los análisis realizados se han centrado en conocer la composición de las arcillas y, por tanto, en aproximarnos a las propiedades de los recursos sólidos y a cómo estas propiedades afectan a variables como la plasticidad o el secado de las pastas. Este tipo de parámetros son cuantificables indirectamente a través del estudio de la composición mineralógica y de la textura de las muestras. La plasticidad, parámetro clave en el modelado de cerámicas, está, en gran parte, en función de la composición geoquímica, mineralógica y textural de la materia prima, dependiendo de la cantidad y tipo de minerales de la arcilla, así como de fracción fina presente en la muestra (Cuomo Di Caprio 1984: 39-41). Así pues, la caracterización de los materiales, mediante petrología, difracción de rayos X (DRX) o análisis de granulometría láser, proporciona información independiente y cuantitativa que permite evaluar la plasticidad de los materiales y explicar los datos cualitativos obtenidos experimentalmente en el test de plasticidad (Martineau *et al.* 2007).

8.2.1. Análisis mineralógico.

Teniendo en cuenta estas consideraciones se ha procedido a realizar la caracterización mineralógica de las vetas documentadas mediante difracción de rayos X (DRX), empleando diagrama de muestra total⁸¹. La aplicación de este primer método nos ofrece la posibilidad de identificar y semi-cuantificar los minerales presentes en la muestra, incluyendo los minerales de la arcilla. Por otro lado, el estudio petrográfico se ha realizado, de forma preferente, en base a criterios de distancia, plasticidad, y toponimia, sobre las vetas ubicadas a menos de 1 km del yacimiento. Este método constituye un complemento esencial de la DRX ya que permite observar, de forma directa, como la arcilla se asocia con otros componentes no plásticos cómo, por ejemplo, óxidos de hierro en estado amorfo. De este modo, se pueden determinar ciertos atributos mineralógicos y petrográficos de los sedimentos que serán concluyentes en la comparativa que se realice después con las cerámicas en términos de procedencia y elección tecnológica. Ambos métodos, son normalmente utilizados en la caracterización de arcillas y constituyen herramientas útiles para complementar las conclusiones obtenidas mediante otros estudios de tipo experimental (Ruíz *et al.* 1977; Capel 1977; Bastida 1982; Capel 1983; Besoain 1985: 19, 26; Capel 1985; Hussein *et al.* 1999; Arnold 2000; Spataro 2002: 41; Drebuschak *et al.* 2005; Martineau *et al.* 2007; Lozano y Bernal 2005; Clop 2007: 320; Hein *et al.* 2004; Souza *et al.* 2005; Martín-Martín *et al.* 2006; Carter 2002; Delgado *et al.* 2007; Mahmoudi *et al.* 2007; Maritan *et al.* 2005; Maritan *et al.* 2007).

⁸¹ Los análisis de DRX de las arcillas se han llevado a cabo en la *Sección de Fisicoquímica y Geoquímica mineral* de la *Estación Experimental del Zaidín (CSIC)* de Granada. Excepto una muestra adscrita al Cretácico que fue analizada en el *Laboratorio de Propiedades Físicas* de los *Servicios Científicos y Técnicos* de la *Universidad de las Islas Baleares*.

8.1.1. Minerales de la arcilla (Filosilicatos).

Ya se ha comentado que la arcilla⁸² está formada, en amplia medida, por una serie de minerales cristalinos con una estructura laminar y un tamaño normalmente inferior a 2 μm . La estructura cristalina laminar de los minerales de la arcilla, organizada en capas octaédricas y tetraédricas, les permite absorber moléculas de agua, dotándolos de la plasticidad necesaria para ser maleables al hidratarse. El agua absorbida se ordena en la superficie y, en menor medida, en los espacios inter-laminares, provocando el hinchamiento de las cristales. Cuando la arcilla se seca, se deshidrata y deshidroxila, originando un proceso de fuerzas que genera un sistema rígido y compacto. Variables como el tipo, el tamaño y la cantidad de minerales de la arcilla que están presentes en los depósitos afectan al grado de plasticidad de las arcillas y su capacidad para hidratarse.

La caracterización de los filosilicatos resulta entonces importante, ya que la plasticidad constituye uno de los requerimientos para la producción cerámica (Maritan *et al.* 2006). Si tenemos en cuenta todos los depósitos analizados se puede ver (Fig. 47 y Cuadro 10), que hay una clara separación en función de la cantidad y los tipos de filosilicatos presentes en las arcillas. Por un lado, se documentan muestras que superan el 58%, y por otro, las que tienen menos de 42% de minerales de la arcilla. Todas las arcillas analizadas mediante DRX presentan como minerales de la arcilla mayoritarios los grupos illita y moscovita, que han podido ser diagnosticados en sus reflexiones a 10 Å. Este tipo de minerales de la arcilla poseen una plasticidad media, resultando menos plásticos que la montmorillonita (Bernal *et al.* 2003; Ferrari y Gualtieri 2006).

Este tipo de minerales de la arcilla resulta muy habitual en sedimentos calcáreos de carácter marino o lagunar, como los propios de las Islas Baleares (Gómez Gras y Risch 1999; Risch y Gómez Gras 2003; Palomar 2005; Andreu *et al.* 2007). El grano muy fino de la illita y su alto grado de superficie específica provocan que sea plástica e idónea para la fabricación de cerámica⁸³.

⁸² Existe abundante bibliografía donde se realiza una síntesis de las características químicas, cristalográficas y estructurales de las arcillas, se pueden consultar (Shepard 1956, 1971; Deer *et al.* 1971; Besoain 1975; Worrall 1975; Linares *et al.* 1983; Cuomo Di Caprio 1984; Echalié 1984: 6-9; Rice 1987; Gibson y Woods 1990; Morzadec 1993: 13-18; Pollard y Heron 1996; Padial 1999: 63-64; Velde y Druc 1999: 36-58; Cooper 2002: 10; Livingstone 2007).

⁸³Referencias de arcillas ricas en este mineral utilizadas para la fabricación de cerámicas pueden consultarse en Worrall 1975: 153; Linares *et al.* 1983; Rice 1987: 49; Khalfi y Blanchart 1999; Bernal *et al.* 2003; Ferrari y Gualtieri 2006; Clop 2007: 320.

Finalmente, la presencia de potasio en la estructura de la illita le proporciona cierto poder fundente en el proceso cerámico (Bernal *et al.* 2003). La illita es un producto formado por diagénesis, en un proceso conocido como illitización, siendo un producto intermedio de la alteración de la moscovita. Así mismo, es habitual, como ha sucedido en algunas de las muestras, encontrar este mineral asociado a otros filosilicatos como la montmorillonita y la clorita⁸⁴.

Dentro de las vetas que sólo presentan estos minerales de la arcilla, se sitúan las muestras del holoceno, una de ellas (*Cala Vinyes*) posee muy pocos filosilicatos (27%) y ha resultado “no modelable” en el análisis de plasticidad. Ello se debe, principalmente, a los escasos minerales de la arcilla y a la alta cantidad de inclusiones o minerales no plásticos observados, principalmente calcita. Por otro lado, se observa que la muestra del cuaternario obtenida de la albufera de *Santa Ponça* tiene un 41% de filosilicatos y, además, ha reaccionado relativamente bien al test de plasticidad (García Rosselló y Alberó 2008; Alberó y García Rosselló 2010). Si tenemos en cuenta que, en los estudios de edafología, se considera como arcilloso a un sedimento con un 35% de minerales de la arcilla podemos asegurar que esta arcilla presenta las características básicas para ser modelada.

En el resto de vetas analizadas, se ha documentado la presencia minoritaria de otros minerales de la arcilla, localizados a 7 y 14.1 Å, que parecen corresponderse con los planos *hkl* 001 y 002 del clinocloro del grupo de las cloritas. Esta fase se ha identificado en cinco muestras procedentes de niveles del Cretácico, Mioceno y del Pleistoceno. La clorita es un constituyente común en las rocas sedimentarias y, a pesar de estar presente sólo en pequeñas cantidades, suele aparecer en los sedimentos junto a otros minerales de la arcilla (Worrall 1975: 38; Linares *et al.* 1983; Rice 1987: 50; Lozano y Bernal 2005; Maritan *et al.* 2006).

Podemos añadir, a esta composición de los minerales de la arcilla, la presencia de un pico diagnóstico poco estilizado de montmorillonita a 15 Å en las muestras del Paleógeno. El pico observado es muy ancho y poco estilizado, hecho que puede relacionarse con un alto grado de alteración de la montmorillonita y a una interstratificación aleatoria con la illita.

⁸⁴ Las características de formación de la illita y sus asociaciones más comunes con otros minerales de la arcilla pueden consultarse en Deer *et al.* 1971; Worrall 1975: 36-37; Rice 1987: 49; Moore y Reynolds 1997; Duitama *et al.* 2004; Ferrari y Gualtieri 2006; Martineau *et al.* 2007.

Montmorillonita es el nombre propio del grupo de minerales que se corresponde con las arcillas conocidas como esmectitas (Worrall 1975: 31). Su formación es esencialmente edáfica y aparecen, o bien por transformación de illitas y de cloritas o por la alteración hidrolítica de muchos silicatos cuando las condiciones del medio lo favorecen (Bernal *et al.* 2003; Lozano y Bernal 2005; Rice 1987: 50). La estructura laminar de la montmorillonita, con una elevada capacidad de absorción de cationes hidratados participa, a pesar de la escasa cantidad presente en las muestras, en que estas arcillas tengan una alta plasticidad. De esta forma, las arcillas expandibles, presentan estructuras que permiten que el agua penetre entre las láminas tetraédricas y octaédricas a través de enlaces de hidrógeno. Ello incrementa la expansión de la celda cristalográfica, explicando su alta plasticidad. Así pues, dentro del proceso cerámico, la presencia de estos minerales puede aumentar la plasticidad de la pasta, hasta el punto que su utilización puede llegar a resultar un inconveniente. Estos inconvenientes se manifiestan principalmente durante la fase de secado y de cocción, cuando los objetos modelados pierden volumen y se deforman o fracturan (Worrall 1975: 31; Cuomo Di Caprio 1984: 40; Rice 1987: 50; Pollard y Heron 1996; Laviano y Muntoni 2001; Bernal *et al.* 2003; Hein *et al.* 2004).

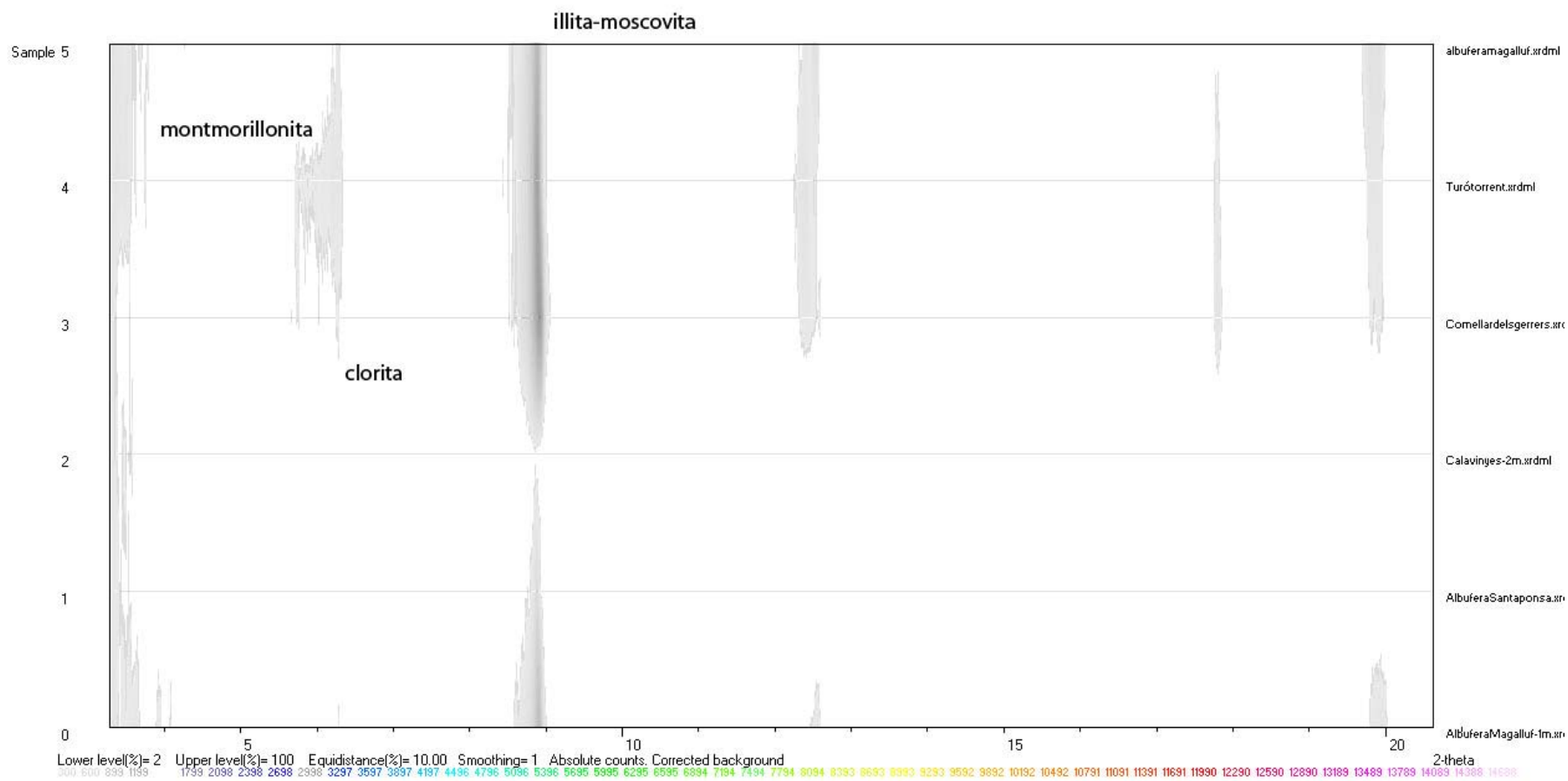


Figura 47. Difractograma de rayos X sobre muestra total mostrando los picos adscritos a los minerales de la arcilla identificados en las muestras.

8.2.1.2. Minerales accesorios.

Como se ha señalado antes, la arcilla rara vez se presenta sin estar acompañada de otras fracciones más gruesas, como son los limos y las arenas de grano fino o medio. Normalmente, estas fracciones gruesas suelen corresponderse con los minerales accesorios que están presentes en los sedimentos, principalmente calcita, cuarzo y feldespatos, y que actúan como material anti-plástico (Besoain 1985: 27). Como es usual en medios sedimentarios, la composición mineralógica de los elementos no plásticos resulta muy similar entre los distintos depósitos analizados, tan solo se suelen producir variaciones en las cantidades de cuarzo y calcita (Quinn y Day 2007; Martineau *et al.* 2007).

Así pues, los minerales principales detectados son calcita (carbonatos) y cuarzo (Fig. 48 y Cuadro 10). De forma accesorio (< 3%) se constata la presencia de feldespatos (potásicos y plagioclasas). Finalmente, en dos muestras vinculadas en su origen a las formaciones de dolomías del *Puig de Saragossa*, se detectó la presencia accesorio de dolomita. Incluso si están en escasa cantidad, este tipo de minerales accesorios son fundamentales en la obtención de una materia prima adecuada para alfarería. El tipo y la cantidad de materiales no plásticos presentes en la arcilla, como el cuarzo o los carbonatos, resultan determinantes a la hora de disminuir una excesiva contracción y plasticidad para el modelado (Duitama *et al.* 2004, Livingstone 2007: 16).

A pesar de la semejanza cualitativa de los anti-plásticos detectados mediante DRX, se observan diferencias cuantitativas en la cantidad de estos minerales que pueden ser determinantes a la hora de caracterizar y comprender el comportamiento que han mostrado las arcillas (Drebushchak *et al.* 2005). Podemos asegurar la existencia de algunas arcillas, con más cantidad de cuarzo (18-20%). Las arcillas que han mostrado mayores concentraciones de este mineral se asocian con muestras del Pleistoceno y con la obtenida de la cata realizada en la albufera de *Santa Ponça*, que se ha podido asociar al Cretácico.

El cuarzo, que supone 2/3 de las inclusiones minerales de las muestras, se comporta dentro de la arcilla como material de relleno y su influencia en las propiedades mecánicas de la pasta está directamente relacionada con el tamaño de los granos. Este mineral es muy refractario, resistente térmicamente y relativamente estable en lo que se refiere a sus propiedades físicas (Linares *et al.* 1983; Echalié 1984; Livingstone 2007: 20, 22).

En una posición contrapuesta se observan las arcillas del Holoceno que han mostrado un alto porcentaje de carbonatos (>42%), en una cantidad que supera cuatro veces el contenido en cuarzo. Esta familia de componentes minerales de origen diverso, como rocas, bioclastos, etc. muy comunes en ambientes sedimentarios, tiene la particularidad de estar formada principalmente por calcio, siendo habitual que su composición mineralógica sea esencialmente calcita, entre otros minerales (Blatt 1982; Adams y Mackenzie 1998). En la cuenca mediterránea la marga calcárea es una materia prima de uso común, siendo frecuente hallar arcillas con un alto contenido calcáreo, donde la calcita cementa otros componentes minerales (Maniatis *et al.* 1981; Blatt 1982: 210; Tite *et al.* 1982; Echallier 1984: 14, Cau y Day 2002; Calvo *et al.* 2004; Palomar 2005: 355).

Finalmente, las arcillas del Paleógeno han mostrado porcentajes moderados de minerales accesorios, tanto de calcita como de cuarzo. Éstos constituyen sólo un 35% de la composición total y la proporción calcita/cuarzo es de 2:1. También, hay que señalar la presencia de óxidos de hierro en estado natural en las arcillas en distintas proporciones. Éstos se documentan de forma aleatoria dentro de las muestras arcillosas y las cerámicas analizadas mediante lámina delgada. Se trata de inclusiones opacas de color marrón-rojizo que se presentan en estado amorfo, ya que no se han documentado trazas de óxidos de hierro, como hematites o goetita, en los análisis de DRX.

Cuadro 10. Semicuantificación de las fases minerales detectadas mediante DRX empleando muestra total (*Método RIR Normalizado*).

Muestra	%Filosilicatos										
	Vs		%Calcita	%Mos.	%Illita	%Cuarzo	%Mont	%Clorita	%Plag.	%Feld.	Dolomita
Turó	58.8;	41.2	25	14	38.4	12.2	2.4	4	1.6	2.4	-
Comellar	61.1;	38.1	22.9	16.7	39.2	12.3	1.5	3.7	1.5	2.2	-
Magalluf	80.8;	29.9	5	9.5	55.9	20.2	-	4.7	1.9	2.8	4.4
Magalluf-1	65.5;	34.4	12.8	10.7	51.4	18.2	-	3.4	1.3	1.3	6
Santa Ponça	41.2;	58.9	42.8	6.9	34.3	12	-	-	1.4	2.7	0.7
Cata	66.3;	32.7	11.4	6.9	56.7	19.5	-	2.7	1	1.8	-
Cala Vinyes	27.7;	67.9	54.2	4.3	27.7	10.3	-	-	1.7	1.7	-

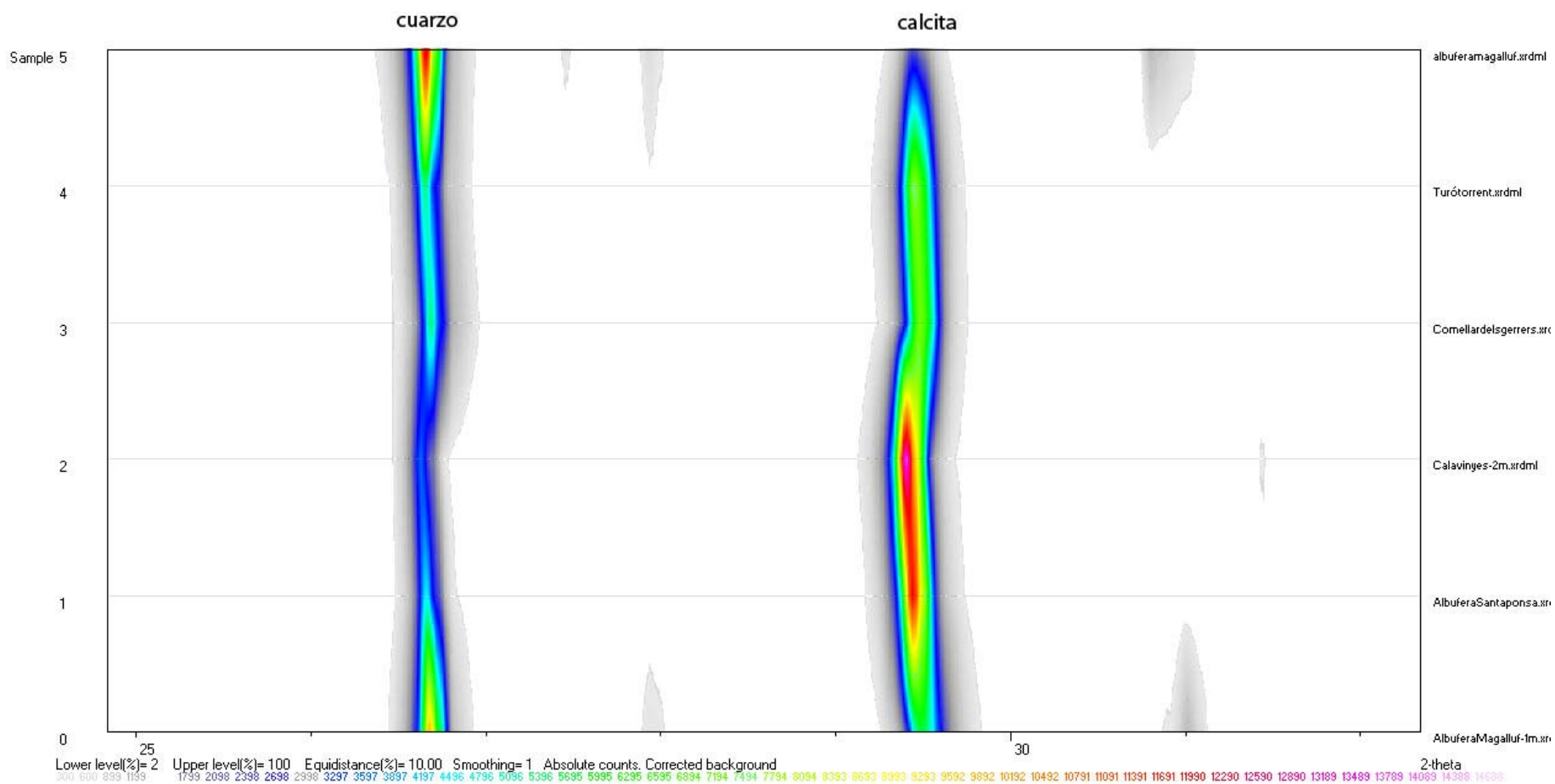


Figura 48. Difractograma de rayos X en muestra total mostrando los picos asociados a las principales fases minerales asociadas a material de relleno identificadas en las distintas arcillas.

8.2.2. Análisis granulométrico.

La naturaleza erosiva de los cursos de agua, fluviales o marítimos, y otros agentes erosivos, a la vez que su ambiente de deposición, determinan variaciones en la morfología y el tamaño de los granos, así como el carácter más o menos arenoso o fino del sedimento. La textura de los suelos se corresponde, por tanto, con la proporción relativa de las partículas que lo constituyen y cada arcilla posee, normalmente, una granulometría característica que la distingue de otras. La determinación de la textura constituye uno de los pilares básicos en la caracterización de arcillas, por ello, resulta muy habitual la realización de estudios granulométricos en los análisis de materias primas arcillosas (Capel 1977; Besoain 1985: 18-19; Capel 1985; Matson 1989; Hussein *et al.* 1999; Artigas *et al.* 2000; Jordan *et al.* 2000; Carter 2002; Carretero *et al.* 2002; Duitama *et al.* 2004; Morales 2005: 59; Mahmoudi *et al.* 2008).

Los minerales identificados anteriormente han sido aportados mediante distintos procesos de transporte y han sufrido diferentes ambientes de deposición presentando, por tanto, ciclos de erosión diferenciados. Estos ciclos determinan la textura de la arcilla, un parámetro que produce efectos complejos dentro del ámbito mecánico e influye en las propiedades finales del material. Conocer las características granulométricas del sedimento va a proporcionar importante información sobre el tipo de ambiente en el que se depositó el sedimento y su grado de alteración (Hein *et al.* 2004). En base a su estudio, se van a poder precisar las diferencias o semejanzas que hay entre texturas de muestras arcillosas y cerámicas que tienen una composición mineralógica similar. La variación en el tamaño, la forma y proporción del desgrasante puede ser de gran ayuda a la hora de clasificar muestras procedentes de un entorno geomorfológico muy homogéneo (Middleton *et al.* 1985; Tucker 1991; Velde y Druc 1999: 198).

La determinación de la textura, además de proporcionar datos sobre la procedencia, tiene también importantes implicaciones tecnológicas que afectan a distintas fases de la producción cerámica. El tamaño y la forma de los desgrasantes interviene activamente en el proceso de producción y uso, éstos son necesarios para consolidar la estructura de la pasta a la hora de modelar la pieza, prevenir de la aparición de fracturas durante el secado y son indispensables para que la vasija conserve la forma y tenga resistencia mecánica (Echallier 1984; Rice 1987; Velde y Druc 1999: 140; Duitama *et al.* 2004; Morales 2005: 60; Livingstone-Smith 2007: 16-18).

En este sentido, se han realizado análisis granulométricos⁸⁵ mediante difracción láser (LS-PSA) utilizando el método *Coulter*, basado en una tecnología láser capaz de caracterizar y cuantificar los sedimentos más finos, incluso fracciones inferiores a 4 μm de diámetro (Beuslink *et al.* 1998; Goossens 2008). Desgraciadamente, este método sólo es aplicable sobre materiales arcillosos no cocidos (Martineau *et al.* 2007), por lo que únicamente se ha aplicado sobre las arcillas o posibles áreas fuente. Este método, es de gran utilidad para caracterizar la textura relacionada con la fracción inferior a 0.5 mm, y por tanto, para conocer la proporción de arenas finas, limos y arcillas presentes en la muestra. Las fracciones por encima de este rango no son identificadas por el captador láser, por este motivo, las muestras fueron tamizadas y se seleccionó para análisis la fracción inferior a 500 μm . Por otro lado, para conocer el porcentaje de fracciones más gruesas presentes en la muestra, como arenas gruesas y gravas, se procedió a la separación por tamizado de las distintas muestras en mallas de cubrían el rango $>0.5-2-2$ mm, y se calculó con una balanza de precisión ($e = 0.1$ g) el porcentaje presente en función del peso correspondiente a cada fracción.

El análisis de granulometría láser a partir del método *Coulter* ha permitido constatar que, además de las importantes diferencias en la composición mineralógica de las muestras detectadas por DRX, existen también otras diferencias relacionadas con la granulometría. Esta variable tiene serias implicaciones tecnológicas, especialmente en pastas donde la illita es el mineral de la arcilla mayoritario. El carácter plástico de los filosilicatos, y del sedimento en general, está en función de su tamaño de grano, cuanto más fino es el mismo, más alto es el grado de superficie específica de los minerales de la arcilla por lo que mayor plasticidad presentará la arcilla (Bernal *et al.* 2003; Morales 2005: 63; Ferrari y Gualtieri 2006; Fernández Navarro 2008). En este sentido, podemos considerar que un 15% de partículas inferiores a 2 μm ya proporcionará cierta plasticidad a la pasta (Rice 1987: 39). Finalmente, también debemos considerar que cuanto más finas sean las partículas de un sedimento arcilloso mayor será el estrés que se produzca durante la fase de secado y cocción (Gibson y Woods 1990: 143).

⁸⁵ Los análisis de granulometría láser se han realizado en el *Departamento de Estratigrafía, Paleontología y Geología Marina* de la *Facultad de Geología* de la *Universidad de Barcelona*.

En conexión con los estudios geológicos realizados en la zona, se ha podido determinar que la amplia mayoría de muestras analizadas, exceptuando una que es arcilla areno-limosa, se componen de limos arcillosos (Fig. 55). Este tipo de fracciones texturales arcillosas se corresponden bien con sedimentos utilizados en la fabricación de productos cerámicos, por ejemplo, en las arcillas terciarias utilizadas en alfarería en Cerdeña (Strazzera *et al.* 1997; Souza *et al.* 2005). La cuantificación de la cantidad de limos y arenas presentes en la muestra nos proporciona interesantes datos tecnológicos. Como se ha señalado anteriormente, estas fracciones configuran el segmento grueso de la pasta, cuya función principal es la de actuar como anti-plástico. Explicado esto, podemos dividir las muestras en dos grupos en función del porcentaje de las distintas granulometrías presentes en los sedimentos (Fig. 49): arcillas (< 4 μm), limos (4-62 μm) y arenas finas (62-500 μm).

Diámetro			Clase	roca	
mm	micras	ϕ			
4.096	--	- 12	GRAVA	CONGLOMERADOS	
256	--	- 8			Bloques
64	--	- 6	Cantos		
4	--	- 2			
2	--	- 1	Arena muy gruesa	ARENISCAS	
1	--	0	ARENA		Arena gruesa
0.5	500	1			Arena media
0.25	250	2			Arena fina
0.125	125	3			Arena muy fina
0.062	62	4	Limo grueso	LUTITAS	
0.031	31	5	Limo medio		LIMOLITAS
0.016	16	6	Limo fino		
0.008	8	7	Limo muy fino		ARCILLITAS
0.004	4	8	Arcilla		
			FANGO		

Figura 49. Clasificación granulométrica y correspondientes nombres de rocas detríticas (Según Folks 1969).

8.2.2.1. Arcillas muy finas.

Dentro de este grupo se sitúan las muestras que presentan un tamaño de grano más fino. Esta textura se correlaciona con aquellas muestras que han presentado una alta cantidad de minerales de la arcilla en los análisis de DRX. El tamaño de grano se relaciona directamente con la edad geológica de los sedimentos y el ambiente de deposición; son arcillas que han estado expuestas a una gran alteración físico-química. Se trata de las muestras del Cretácico (moda = 10.28 μm) y del Paleógeno (moda = 4.44 μm), las más antiguas constatadas en el territorio prospectado, que se relacionan con aportes fluviales que acabaron depositándose, como ha demostrado la presencia de foraminíferos planctónicos, en un ambiente de mar abierto y profundo, que, en posteriores épocas geológicas, acabaron constituyendo niveles de albufera.

Los sedimentos propios de ambientes de fondo marino y de ambientes lacustres son de tipo más fino debido a la deshidratación e hidratación del sedimento y a su alteración por las corrientes. Estos depósitos, suelen estar formados principalmente, por fango y arenas y, rara vez, gravas, como es el caso de las arcillas citadas. La baja cantidad de arenas en el sedimento evidencia una acción turbulenta con gran actividad, creada por las olas y las corrientes, que evita la sedimentación y la acumulación, promoviendo la abrasión de los cantos y granos de arena. Este ambiente de deposición agresivo y con altos índices de erosión ha favorecido la creación de un sedimento de grano muy fino. En definitiva, todas las arcillas naturales, como las estudiadas, mejoran su plasticidad con largos periodos de exposición a la intemperie donde las variaciones de temperatura y humedad propician la alteración físicoquímica del material, favoreciendo la formación de fracciones finas (Ferrari y Gualtieri 2006; Rice 1987: 38).

Los análisis petrológicos efectuados sobre muestras arcillosas del Paleógeno (Fig. 50a) han revelado la presencia de una matriz muy rica en arcilla con un 5-10% de cuarzo monocristalino de aspecto subredondeado y redondeado que no sobrepasa las 500 μm . También se ha observado algún fragmento de concha y, como se tratará a continuación, abundantes foraminíferos. Si atendemos a la media (16.8-23.8 μm) y a la mediana (5.86-6.41 μm) de estas muestras, podemos observar que son las que ofrecen una granulometría más fina (Fig. 51 y Cuadro 11). Un 75% del sedimento tiene un diámetro de grano inferior a 20 μm , aspecto bien relacionado con las observaciones realizadas sobre lámina delgada (Cuadro 12).

La arcilla del Cretácico ha mostrado, petrológicamente, unas características muy parecidas (Fig. 50b), también con una rica matriz arcillosa con calcita micrita en los poros, algunos foraminíferos y óxidos opacos. Se observa escaso cuarzo monocristalino (5%) de tamaño muy pequeño, ya que los granos apenas superan las 100 μm de diámetro, y morfología subredondeada y redondeada. También se observa alguna laminilla de moscovita del mismo tamaño que el cuarzo. En ambos casos, el estudio petrográfico de las muestras revela arcillas muy semejantes textural (Fig. 52, Cuadros 11-12) y mineralógicamente. Las escasas diferencias deben relacionarse con la cantidad de carbonatos, que sería más alta en las arcillas del Paleógeno. Ambas materias primas, habrían tenido, por tanto, unas características y unas cualidades muy semejantes.

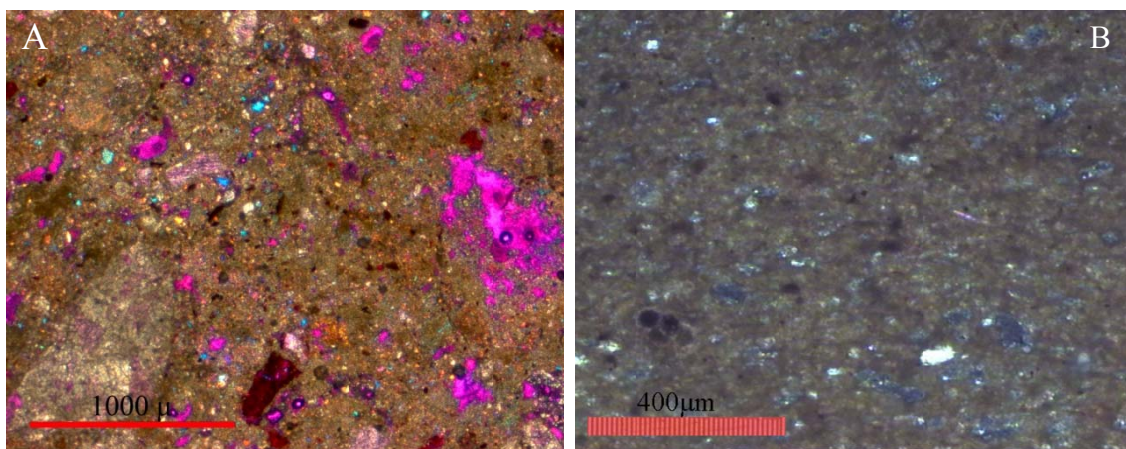


Figura 50. A) Microfotografía en lámina delgada, con nicoles cruzados y filtro, de arcilla del Paleógeno. En azul se puede observar la escasa presencia de cuarzos mono-cristalinos redondeados y subredondeados de 300 μm de tamaño máximo. B) Microfotografía de una lámina delgada en nicoles cruzados de arcilla del Cretácico donde se puede apreciar una rica matriz arcillosa con calcita micrita donde destacan sólo algunos cuarzos muy redondeados, foraminíferos y laminillas de moscovita de hasta 100 μm .

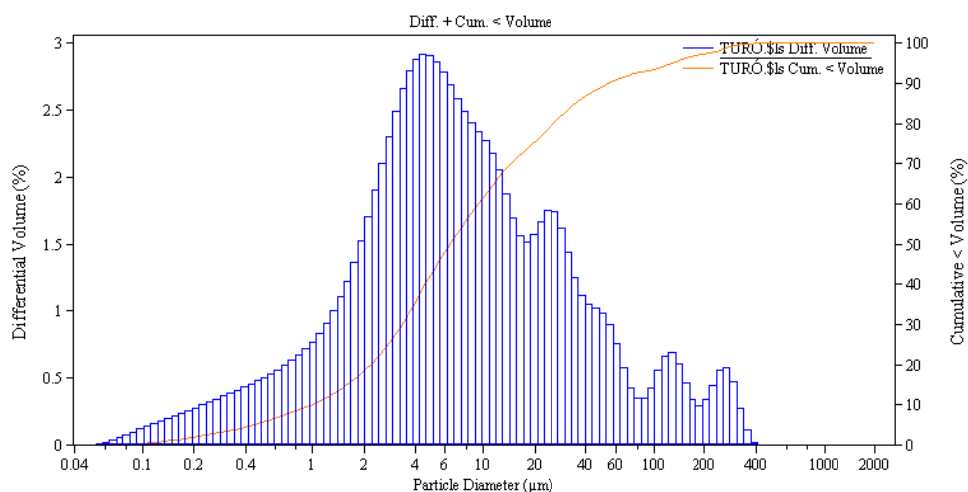


Figura 51. Curva granulométrica acumulativa y distribución del tamaño de grano en la arcilla del Paleógeno.

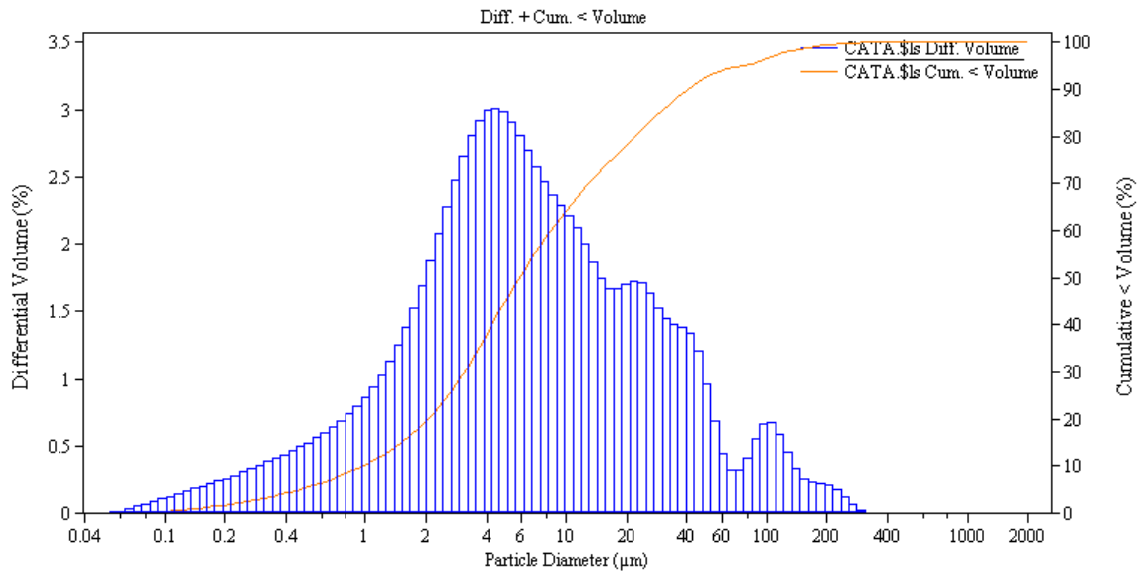


Figura 52. Curva granulométrica acumulativa y distribución del tamaño de grano en la arcilla del Cretácico.

8.2.2.2. Arcillas ricas en limos y/o arenas finas.

Estas arcillas, a diferencia de las del grupo anterior, proceden de niveles de albufera más recientes, y presentan una cantidad mucho más alta de limos, arenas y gravas. Este hecho se asocia a una edad más temprana de los depósitos, a la vez que señala la inexistencia de fenómenos erosivos de la magnitud comentada anteriormente. De esta forma, los depósitos están menos alterados y los minerales primarios mejor conservados, estos minerales suelen asociarse con cuarzo y feldespatos, los más abundantes en las rocas que constituyen la corteza terrestre y los que presentan una mayor resistencia a las alteraciones físico-químicas (Besoain 1985: 151-152).

Por un lado, las muestras del *Salobrar de Magalluf* presentan, en comparación con el resto, una alta cantidad de limos particularmente notable en su moda (31.5 µm), y en su mediana (10.39 µm). Precisamente, un 75% de la muestra se compone de partículas de tamaño inferior a 32.5 µm (Fig. 54, Cuadros 11 y 12). Estos limos probablemente estén relacionados con una alta cantidad de minerales detríticos, como el cuarzo, que ha presentado niveles más elevados en los difractogramas de esta muestra.

Por otro lado, se han constatado porcentajes muy altos de limos y arenas finas en la arcilla del cuaternario de la albufera de *Santa Ponça* (Fig. 53). Ésta es la que ha presentado una moda (45.75 μm), mediana (14.92 μm) y media (50.8 μm) relacionada con el mayor diámetro de partícula observado. Sería la muestra que presenta una granulometría más gruesa, un 75% de la muestra estaría formado por granos inferiores a 64 μm (Cuadro 12). Finalmente, esta muestra ha presentado (Cuadro 11) una mayor desviación típica (75.66) que el resto y una curtosis sensiblemente menor (3.84). Estas últimas medidas nos indican si existe una gran variación entre los extremos de la muestra (Darvill y Timby 1982). A diferencia del resto de muestras, que han presentado una curtosis más alta, podemos señalar que la varianza en esta arcilla de la albufera de *Santa Ponça* no se debe a variaciones infrecuentes en los extremos. Este hecho nos indica la presencia regular, no aleatoria o aislada, de arenas en la muestra. Probablemente, dada la composición mineralógica de la muestra determinada mediante DRX, estas arenas estén compuestas por una alta cantidad de carbonatos.

Finalmente, podemos señalar que las dos muestras de este grupo han manifestado, tras el tamizado, la presencia marginal (<5%) de arenas gruesas y algunas gravas de hasta 10 mm. Estas inclusiones son fácilmente detectables macroscópicamente y su presencia resulta relevante para el trabajo alfarero, ya que sería necesario eliminar estos granos, excesivamente gruesos, de la pasta para evitar roturas de la pieza durante las fases de secado y cocción. Una vez más, la granulometría de este grupo contrasta con las del grupo anterior, que no han mostrado fracciones superiores a 500 μm .

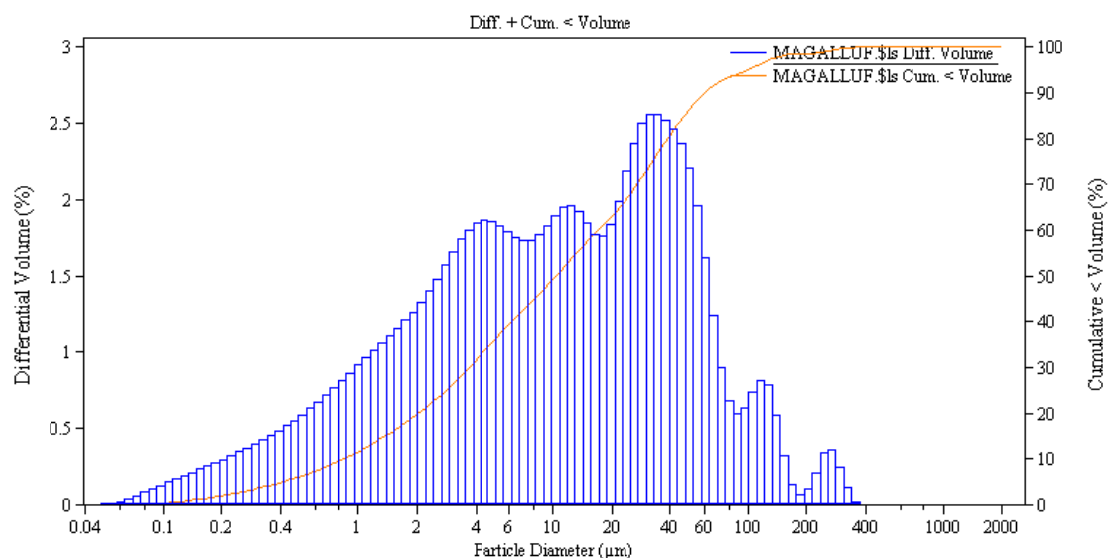


Figura 53. Histogramas mostrando la fracción granulométrica de la arcilla de la albufera de *Santa Ponça* adscrita al Holoceno.

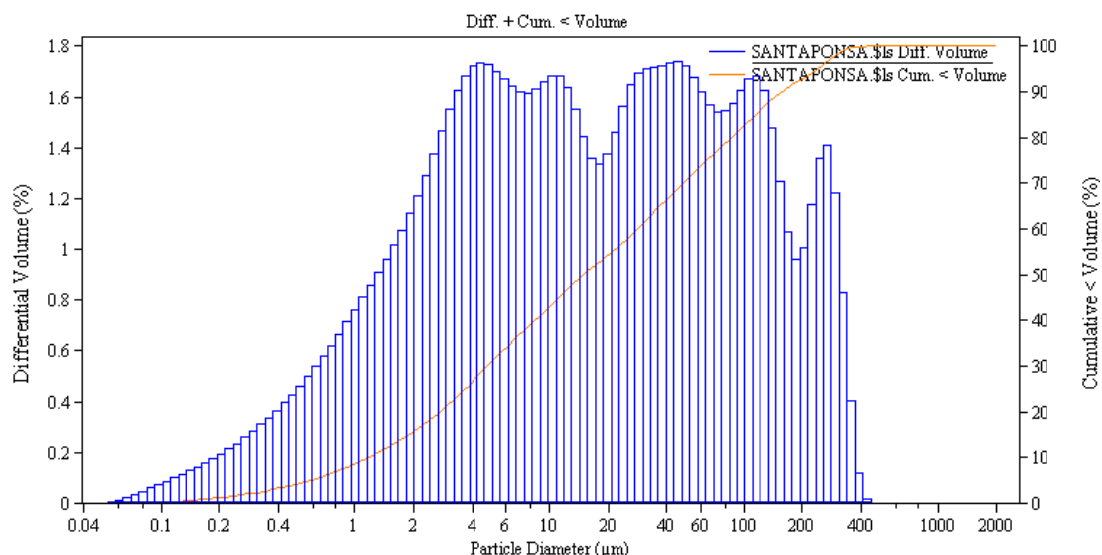


Figura 54. Histogramas mostrando la fracción granulométrica de la arcilla del *Salobrar de Magalluf* adscrita al Pleistoceno.

Cuadro 11. Estadísticos descriptivos obtenidos en el análisis textural por granulometría láser (LS-PSA) de las muestras tomadas en superficie.

Muestra	Moda	Media	Mediana	Desviación Típica	Curtosis
<i>Turó de les Abelles</i>	4.44	23.78	6.41	50.11	15.85
<i>Salobrar de Magalluf</i>	31.50	25.21	10.39	40.25	18.01
Arcilla Cretácico	10.28	27.75	9.81	49.99	16.27
<i>Comellar de sa Terra des Gerrers</i>	4.44	16.8	5.86	30.79	19.84
<i>Albufera de Santa Ponça</i>	45.75	50.80	14.92	75.66	3.84

Cuadro 12. Porcentaje de fracción granulométrica según intervalos y tamaño de grano máximo para el 75% de la muestra para las distintas arcillas según análisis textural por granulometría láser (LS-PSA) de las muestras tomadas en superficie.

Muestra	% < 1 µm	% < 4 µm	% 4 – 63 µm	% 63- 500 µm	Tamaño 75%
<i>Turó de les Abelles</i>	10.2	35.56	55.83	8.61	19.38
<i>Salobrar de Magalluf</i>	11.6	31.54	59.46	9	32.51
Arcilla Cretácico	6.16	25.54	63.52	10.94	27.25
<i>Comellar de sa Terra des Gerrers</i>	10.3	37.89	56.44	5.67	16.69
<i>Albufera de Santa Ponça</i>	8.66	26.65	48.06	25.29	64.06

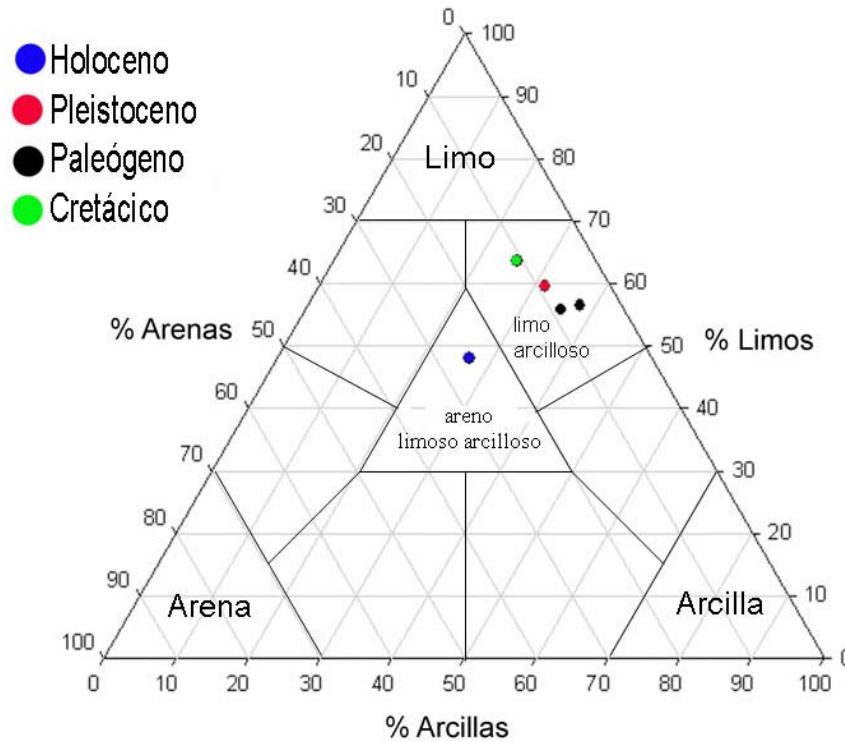


Figura 55. Diagrama ternario con la clasificación de los sedimentos de tamaño de grano intermedio y fino (Shepard 1956).

8.2.3. Estudio paleontológico.

Los microfósiles representan una inclusión diferenciada, muy común en determinados ambientes sedimentarios (Besoain 1985: 147), capaz de proporcionar una alta cantidad de información y marcar importantes diferencias en el registro. Estos estudios pueden ser de gran utilidad a la hora de realizar agrupaciones petrológicas de las muestras y constituyen un criterio distintivo a la hora de localizar los distintos depósitos arcillosos utilizados para la confección de las cerámicas. De esta manera, diversos autores han sugerido que, en determinados ambientes, resulta apropiado que los estudios de cerámica realicen un estudio de la microfauna presente en las vasijas y en las arcillas locales. Este procedimiento, en combinación con el estudio de la composición mineralógica y química, resulta muchas veces de gran utilidad para establecer con exactitud la procedencia de las piezas e inferir algunos aspectos del proceso de fabricación (Gibson y Woods 1990: 20-22; Morzadec 1993: 18; Binder *et al.* 1994; Swift 2000; Tsolakidou *et al.* 2002; Maritan *et al.* 2005; Martineau *et al.* 2007).

Los microfósiles son a menudo visibles directamente tras una limpieza previa del sedimento en cubeta de ultrasonidos o bien bajo lámina delgada. Como ya se señaló anteriormente, el objetivo de esta técnica consiste en clasificar organismos, inferiores a 1 mm de tamaño, en familias, géneros y especies en función de su morfología bajo el microscopio. Estos microorganismos, que pueden estar presentes en la matriz arcillosa o bien formar parte de rocas sedimentarias, son indicativos de la edad geológica y del ambiente de deposición del sedimento, de forma que pueden aportar información potencial en relación a los materiales utilizados por las sociedades prehistóricas. Además, el estudio de los microfósiles, junto con los estudios texturales, constituye una de las mejores formas de constatar con seguridad si se han mezclado diferentes arcillas (Quinn 1999; Bernal Casasola y García Jiménez 1999; Velde y Druc 1999:144-150; Velde 2005; Quinn y Day 2007a, b).

Por otro lado, los foraminíferos nos aportan interesantes datos sobre el ambiente de deposición de las arcillas lo que puede tener interesantes implicaciones tecnológicas. La mayor parte de depósitos arcillosos tienen un origen sedimentario acuático fluvial o marítimo. La disposición de las partículas dependerá también del grado de salinidad del agua durante el proceso de deposición, grado que varía enormemente en función de si la sedimentación se produce en un ambiente de agua dulce o salada (Echalier 1984). De esta forma, los sedimentos arcillosos formados en agua dulce son menos plásticos y exigen una mayor preparación mecánica, mientras los formados en ambientes salinos resultan mucho más fáciles de humectar (Linares *et al.* 1983).

Los estudios de microfósiles de las arcillas se han realizado con varios objetivos:

- Asegurar la adecuada selección de los depósitos adscritos a las diferentes vetas geológicas. Este aspecto es esencial puesto que, al estar programada una serie experimental con los recursos seleccionados, resulta vital tener bien adscrita y validar la procedencia geomorfológica de los depósitos seleccionados.
- Datar los sedimentos no localizados en los mapas geológicos
- Establecer una colección de referencia sobre los microfósiles presentes en los recursos arcillosos ubicados en el entorno inmediato al *Puig de Sa Morisca*.

- Finalmente, se ha utilizado esta metodología para conocer algunas características paleo-ecológicas de los sedimentos directamente relacionadas con ciertas cualidades de los materiales que pueden ser relevantes en la fabricación de cerámica, como el grado de salinidad y su relación con la textura.

8.2.3.1. Arcillas del Cretácico.

La fauna identificada en estas arcillas está bien constatada durante el Albiense (Cretácico Superior). Estos sedimentos consistirían en margas calcáreas grises y negras, con abundante fauna de tendencia piritosa. Petrográficamente, son micritas con espículas de erizo y óxidos de hierro (ITGE 1991: 22). Estos microorganismos denotan un ambiente de deposición en mar abierto. La constatación de estos afloramientos antes del cambio de era nos permite minimizar la preponderancia de sedimentos aluviales del Holoceno registrados en la zona que ocupaba la antigua albufera. Estos argumentos tienen especial significación sobre las condiciones paleo-ecológicas del entorno, ya que la creación de una barrera de materiales de arrastre, procedentes del torrente de Galatzó, no fue tan intensa en esta zona de la albufera, más cercana a los asentamientos estudiados. Esta conclusión corrobora la posibilidad de que este entorno fuera, al menos estacionalmente, navegable con barcos de bajo calado antes del cambio de era (Camps y Vallespir 1998). Entre los microfósiles más significativos que han podido ser detectados (Fig. 56) podemos citar:

Microfósil	Nº	Piso	PLANCTÓNICOS
<i>Gyroidinoides globosus</i>	4	Campaniense-Eoceno Inferior	
<i>Astacolus</i> aff. <i>Cephalotes</i>	1	Albiense	
<i>Hedgerbella gorbachikae</i>	1	Aptiense Superior –Albian Inferior	
<i>Gavelinella</i> cf. <i>Correcta</i>	3	Coniaciense Superior- Santoniense/Campaniense	
<i>Gaudryna faujasi</i>	1	Cenomaniense	
<i>Hedgerbella</i> cf. <i>Delrioensis</i>	2	Aptiense-Cenomaniense	
<i>Lenticulina acuta</i> var. <i>erecta</i>	1	Aptiense-Albiense	
<i>Ticinella primula</i>	2	Albiense Superior	
<i>Trocholina infragranulata</i>	1	Barremiense Superior-Aptiense	
<i>Hedgerbella</i> cf. <i>Flandrini</i>	1	Santoniense	
<i>Spirillina minima</i>	1	-	
<i>Pseudonubeculina</i> cf. <i>tepida</i>	1	Albiense	

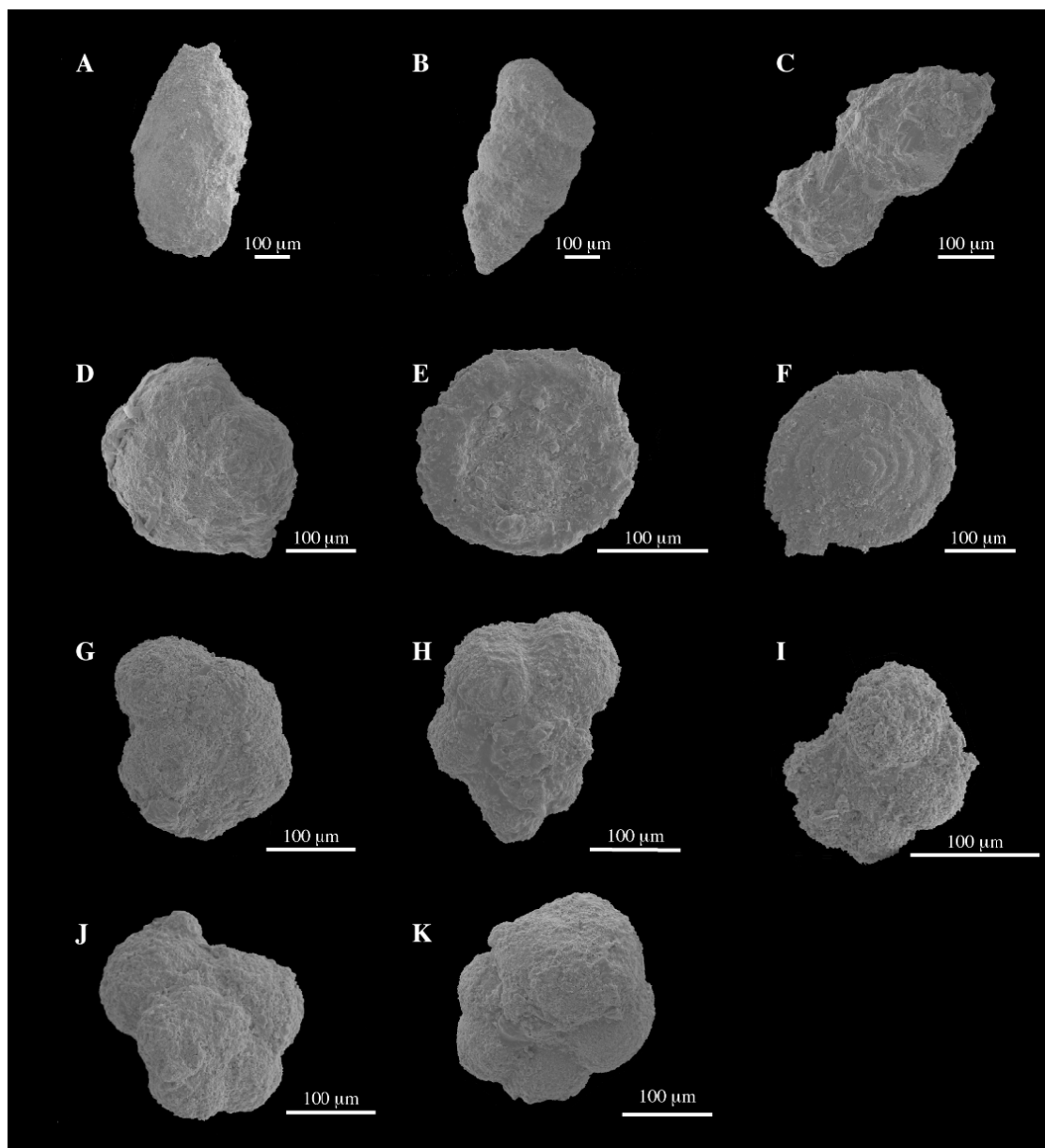


Figura 56. Foraminíferos identificados en margas del Cretácico, representando condiciones de sedimentación en mar abierto. Taxones Bentónicos: A. *Astacolus* aff. *cephalotes* (Reuss) (Albiense), B. *Gaudryina faujasi* (Reuss) (Cenomaniense), C. *Pseudonubeculina lepida* Bartenstein & Brand (Albiense), D. *Gyroidinoides globosus* (Hagenow) (Campaniense Inferior-Eoceno), vista dorsal, E. *Trocholina infragranulata* Noth (Barremiense Superior-Aptiense), vista ventral, F. *Spirillina minima* Schacko, vista dorsal. Taxones Planctónicos: G. *Ticinella primula* Luterbacher (Albiense Superior), vista dorsal, H. *Hedgerbella delrioensis* (Carsey) (Aptiense-Cenomaniense), vista dorsal, I. *H. delrioensis*, vista ventral, J. *Hedgerbella gorbachikae* Longoria (Aptiense Superior–Albiense Inferior), vista dorsal, K. *H. gorbachikae*, vista ventral.

8.2.3.2. Arcillas del Paleógeno.

Se ha detectado en las arcillas de esta época la presencia, en lámina delgada, de variados bioclastos y foraminíferos (Fig. 57). Los foraminíferos identificados pueden dividirse en dos grupos dependiendo del ambiente en el que se depositaron. La naturaleza de los mismos, nos indica un ambiente marino de sedimentación durante el Neógeno, cuando la vinculación de este amplio espectro de fósiles con condiciones marinas está bien documentada. La presencia, tanto de foraminíferos planctónicos como bentónicos, puede explicarse a través de procesos de transporte y movimientos tectónicos donde distintos efectos de inmersión y emersión provocaron, durante el Oligoceno y el Mioceno, la implantación de importantes dominios lacustres con episódicas transgresiones marinas (ITGE 1991; Hein *et al.* 2004).

De esta manera, se han documentado microfósiles que son característicos de medios de mar abierto, como los foraminíferos planctónicos (*Globorotalia*, *Globigerina pre-buloides*). Por otra parte, se han identificado otros microorganismos que habitan a poca profundidad: foraminíferos bentónicos (*Elphidium*, *Cevicides*, *miliolids*), briozoos, algas coralinas, moluscos (bivalvos), escafópodos, decápodos, ostrácodos, y equínidos. Estos grupos de seres vivos constituyen una evidencia del origen marino y lacustre de estos sedimentos que se han mantenido como niveles de ciénaga hasta fechas recientes (Camps y Vallespir 1998; Segura Salado 1990). La presencia de estos bioclastos habría aumentado la presencia de carbonatos en las arcillas. Entre los microfósiles más significativos que han podido ser detectados podemos citar:

Microfósil	
<i>Globorotalia</i>	PLANCTÓNICOS
<i>Globigerina pre-buloides</i>	
<i>Elphidium</i>	BENTÓNICOS
<i>Cevicides</i>	
<i>Miliolids</i>	
<i>Briozoos</i>	
<i>Corallinaceas</i>	
Mollusc (<i>bivalvos</i>)	
<i>Scaphopode</i>	
<i>Decadopode (Fecal Pellets)</i>	
<i>Ostracods</i>	
<i>Echinoid</i>	

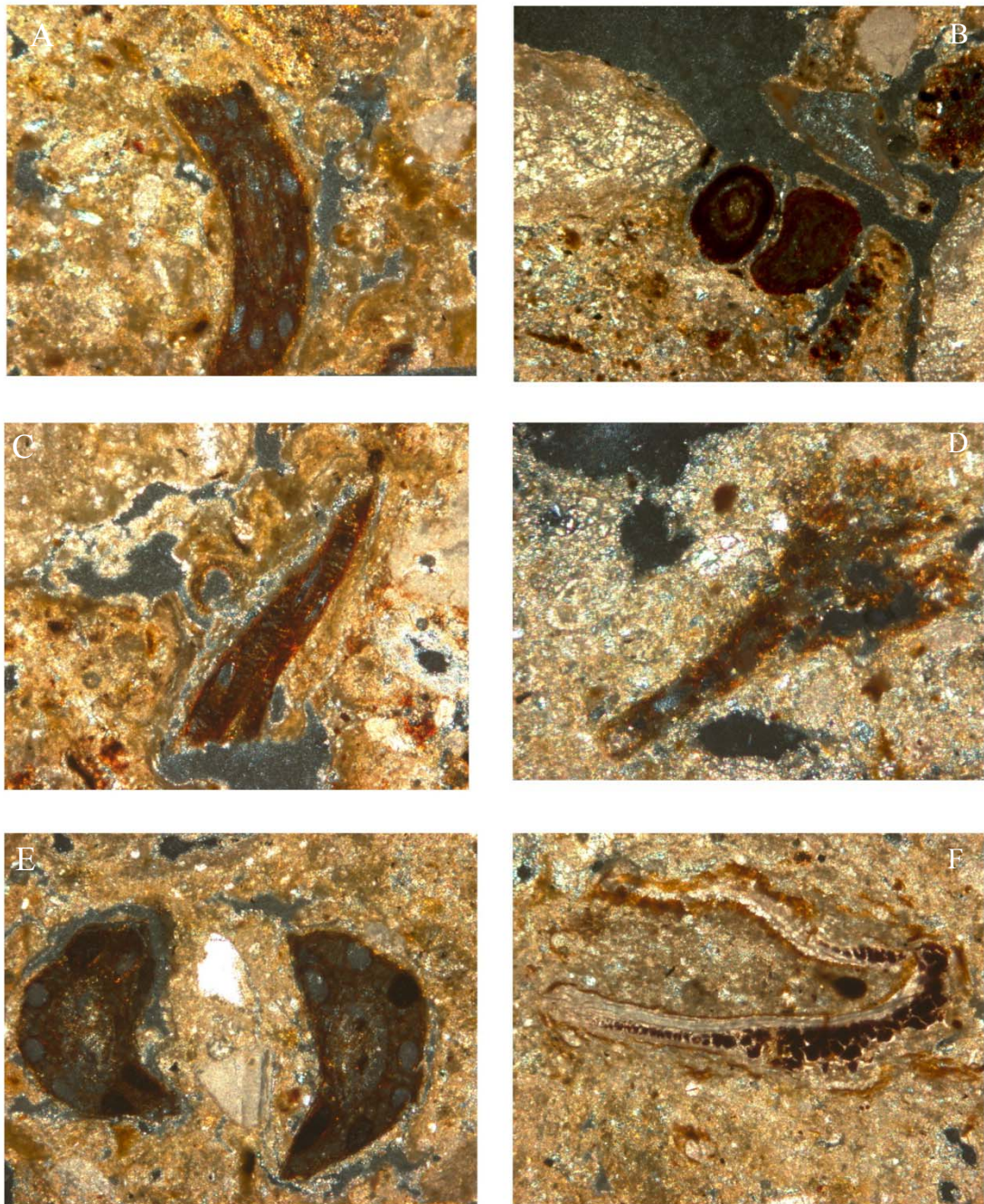


Figura 57. Microfotografías con distintos microfósiles identificados en las arcillas del Paleógeno (campo de visión 870 μm). A, C y E) Inclusiones fecales adscritas a decápodos; B y D) Algas Rojas; F) Crustáceo.

8.2.3.3. Arcillas del Pleistoceno.

En las muestras observadas del sedimento obtenido del *Salobrar de Magalluf*, previamente tratadas con cubeta de ultrasonidos, no se documentaron restos asociados a foraminíferos ni otros microfósiles. Estos datos, concuerdan con los estudios geológicos realizados previamente en la zona, donde se constató la ausencia de fósiles en el sedimento. Sólo se pudo documentar en los suelos la presencia de *Cerastoderma glaucum*, un bivalvo característico de aguas salobres que puede tolerar condiciones de hipersalinidad (ITGE 1991). En cualquier caso, este molusco resulta demasiado grande para aparecer en las pastas cerámicas, a no ser que fuera machacado intencionadamente.

8.2.3.4. Arcillas del Holoceno.

Los foraminíferos identificados en las muestras arcillosas de la albufera de *Santa Ponça* son exclusivamente bentónicos y se relacionan con fauna característica de aguas poco profundas, representativas de ambientes donde predominan praderas de *Posidonia oceánica* (pe. *Planorbulina mediterraneensis*, *Lobatula lobatula*, *Elphidium macellum*, *Amphisorus hemprichii*, *Quinqueloculina berthelotiana*, etc.). Además, algunos de los foraminíferos identificados presentan trazas en su superficie que se originaron fruto del contacto con las hojas de estas praderas (Fig. 58). Otros foraminíferos (*Ammonia beccarii*), gasterópodos y ostrácodos son comunes en las muestras de arcilla analizadas, estando relacionados con condiciones salobres.

La condición lagunar de esta zona de la albufera está bien documentada en periodos históricos, desde el siglo XVIII, y existen evidencias de áreas húmedas en esta localización antes de la conquista romana de la isla el 123 BC (Segura Salado 1990; Camps y Vallespir 1998). La composición de la arcilla y su ambiente de deposición resultan completamente diferentes a lo observado en los depósitos del Cretácico y el Paleógeno. Las diferentes composiciones de los suelos deben relacionarse, principalmente, con diferentes procesos de formación y deposición. Los distintos ambientes sedimentarios tienen reflejo en un diferente espectro de microfósiles, pero también se manifiestan en la textura y la mineralogía de las arcillas. En definitiva, podemos señalar que existen importantes diferencias en el registro fósil de los sedimentos, hecho que demuestra lo apropiado de utilizar este tipo de planteamientos para abordar aspectos como el origen y la tecnología de las cerámicas.

Entre los microfósiles más significativos que han podido ser detectados podemos citar:

Microfósiles	Nº	Edad Geológica	
1. <i>Cycloforina cf. Villafranca</i>	1	Holoceno	BENTÓNICOS
2. <i>Elphidium macellum (fragm.)</i>	3	Holoceno	
3. ¿Semilla?	1	Holoceno	
4. <i>Bivalvo fragmento</i>	1	Holoceno	
5. <i>Ostrácodo</i>	1	Holoceno	
6. <i>Ammonia inflata</i>	1	Holoceno	
7. <i>Polymorphinidae (fragm.)</i>	1	Holoceno	
8. <i>Gasterópodo</i>	2	Holoceno	
9. <i>Miliolidae (fragm.)</i>	4	Holoceno	
10. <i>Eponides repandus</i>	1	Holoceno	
11. <i>Quinqueloculina berthelotiana</i>	2	Holoceno	
12. <i>Spirorbis</i>	1	Holoceno	
13. <i>Nubecularia lucífuga</i>	2	Holoceno	
14. <i>Cibicides refulgens</i>	4	Holoceno	
15. <i>Lobatula lobatula</i>	3	Holoceno	
16. <i>Bioclasto</i>	1	Holoceno	
17. <i>Peneroplis pertusus</i>	2	Holoceno	
18. <i>Ammonia beccarii (fracturada)</i>	2	Holoceno	
19. <i>Elphidium crispum (fracturada)</i>	1	Holoceno	
20. <i>Anomalinoidea sp.</i>	1	Holoceno	
21. <i>Planorbulina mediterranensis</i>	1	Holoceno	
22. <i>Pseudotriloculina oblonga</i>	1	Holoceno	
23. <i>Melonis pompilioides</i>	1	Holoceno	
24. <i>Amphisorus hemprichii (fragm.)</i>	1	Holoceno	
25. <i>Quinqueloculina vermicularis</i>	1	Holoceno	

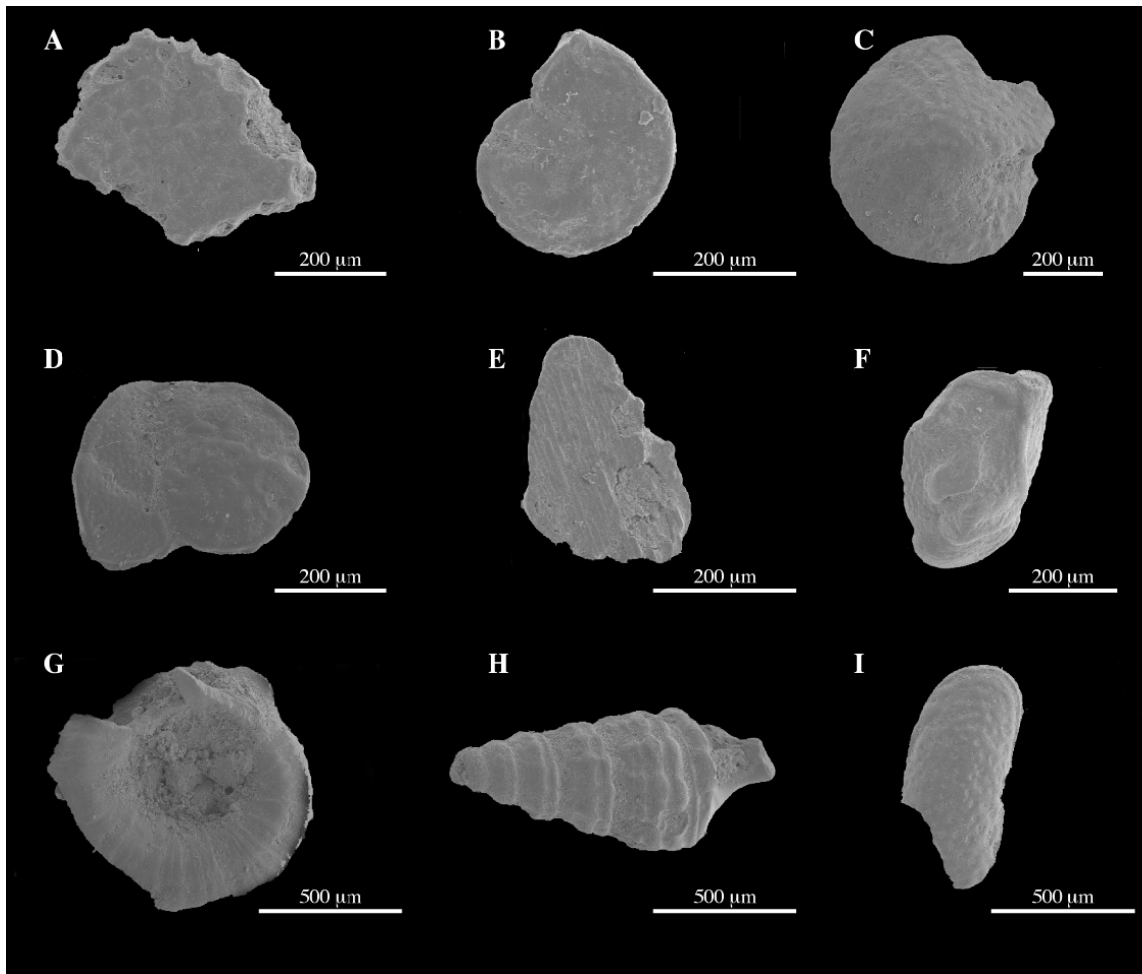


Figura 58. Bioclastos y foraminíferos documentados en margas del Holoceno representando ambientes de deposición en aguas poco profundas. Foraminíferos: A. Fragmento de *Amphisorus hemprichii* Fromont, B. *Cibicides advenum* d'Orbigny, C. *Elphidium macellum* Fichtel & Moll (fracturada), D. *Lobatula lobatula* Walker & Jacob, E. *Nubecularia lucifuga* DeFrance (vista ventral, las estrías paralelas se corresponden con impresiones dejadas por los nervios paralelos característicos de las praderas de *Posidonia oceanica*), F. *Quinqueloculina berthelotiana* d'Orbigny. Otros bioclastos: G. Polichaeta, H. Gasterópodo, I. Ostrácodo (fracturada).

8.3. Aproximación experimental.

Una vez realizada una aproximación analítica a las fuentes de arcilla, se ha desarrollado un protocolo experimental con las mismas a partir de la realización de 40 plaquetas con el objetivo de realizar una aproximación a las cualidades de los distintos depósitos y conocer algunas de las diferencias existentes entre ellos. La experimentación se ha centrado en aspectos de los materiales que pueden considerarse relevantes para la producción cerámica, como la plasticidad y el comportamiento durante las fases de secado y cocción. De esta manera, se han analizado distintas variables como la plasticidad, el porcentaje de agua de absorción, el porcentaje de peso perdido tras la fase de secado y de cocción, el grado de porosidad y, finalmente, la gama cromática (Howard 1982; Rice 1987).

Los procesos de transformación de la arcilla en cerámica suponen un panorama muy complejo a nivel fisicoquímico donde intervienen un alto número de variables. Ante esta complejidad, que se deriva de los múltiples elementos que componen las arcillas así como de otros aspectos de tipo ambiental: humedad, atmósfera de cocción, rango y tiempo de temperatura, etc., se ha optado por incidir, en una primera fase, en una serie de variables muy concretas pero que son de gran importancia para establecer el comportamiento de las arcillas.

En las publicaciones sobre el tema consultadas se ha obtenido cierta información teórica sobre el comportamiento de los componentes que conforman las arcillas y las cerámicas. Sin embargo, el objetivo de esta serie experimental consiste en validar, en la práctica concreta, estas apreciaciones de carácter generalista y universalista. Esta validación es conveniente ya que se producen variaciones más o menos acusadas en la composición de distintas arcillas que deben traducirse, necesariamente, en cambios en sus cualidades. Gracias a la serie analítica efectuada sobre las materias primas locales podemos tratar de aproximarnos a las causas físicas que determinan ciertas diferencias en las cualidades de las arcillas del territorio estudiado. Ambos tipos de rutinas, teórica y práctica, se complementan a la perfección, y permiten establecer una serie de rasgos concretos y cuantificados acerca de los materiales disponibles.

8.3.1. Preparación de muestras experimentales.

En esta fase de la investigación, se procede a realizar una aproximación a las características de los materiales disponibles en bruto, es decir, en base a la utilización de los recursos sin ningún tipo de tratamiento inicial. Posteriormente, se realizarán otras series experimentales utilizando distintos desgrasantes con la finalidad de dar respuestas a cuestiones que han ido surgiendo a lo largo del estudio tecnológico de las muestras arqueológicas (Albero 2010). Así pues, la única acción realizada relacionada con la preparación de la pasta consistió en la limpieza y el molido superficial de las muestras. La finalidad, es observar cómo se comportan las muestras durante el modelado, el secado y la cocción ante la ausencia de otras acciones que puedan alterar enormemente las características de las pastas. El molido se realizó con la finalidad de favorecer la hidratación y la homogenización de las arcillas.

Las muestras no se tamizaron, sin embargo, al mismo tiempo que se efectuaba el molido, se fueron eliminando de la arcilla los restos de rocas y materia orgánica macroscópicamente identificables (>1 cm). Ambas acciones se suelen realizar rutinariamente en numerosas sociedades actuales que producen cerámica a mano. Posteriormente, se añadió agua gradualmente hasta la obtención de una masa plástica que se amasó, con tal de eliminar los posibles huecos de aire que pudieran quedar atrapados en la pasta (Howard 1982; Gosselain y Livingstone-Smith 2005; González Ruibal 2005; Livingstone-Smith 2007).

Se han tenido en consideración diversas variables a lo largo del proceso experimental. Las variables seleccionadas en esta primera fase experimental tienen la finalidad de abordar el proceso de hidratación y deshidratación en las arcillas así como su relación con la composición del material utilizado. El objetivo, consiste en precisar la forma en que las cualidades de las arcillas afectan a estos procesos, especialmente relacionados con la producción de cerámica. Para poder asegurar los resultados con un margen de error menor, se ha optado por realizar ocho muestras de cada una de las arcillas. Ello permitirá realizar un tratamiento estadístico básico de los datos así como establecer una serie de rangos relacionados con cada tipo de arcilla. Todos los datos obtenidos a partir de los análisis experimentales realizados son relativos y, por tanto, no intervienen diferencias de tamaño o peso entre las muestras. A pesar que la variación obtenida en los resultados de las muestras se reduce a un tanto por ciento bajo (<10%), ésta puede considerarse significativa de las propiedades de las muestras (Tsetlin 2003).

8.3.2. Hidratación de las arcillas: % Agua de absorción

El porcentaje de *Agua de absorción* constituye un índice, realizado a partir del procedimiento señalado por diversos autores (Rice 1987; Carter 2002; Tsetlin 2003; Morales 2005: 121), que nos proporcionará la base para conocer la cantidad de agua que es capaz de absorber una arcilla así como la necesaria para dotarla de plasticidad. Su cálculo se realiza en base:

$$\% AA = (\text{peso húmeda} - \text{peso en seco}) / \text{peso en seco} \times 100$$

Las muestras arcillosas experimentales realizadas muestran porcentajes satisfactorios de agua de absorción. Todas las muestras han presentado un contenido superior al 20% de agua absorbida, que constituye el mínimo para que la amplia mayoría de arcillas sean moldeables (Rice 1987: 62; Fernández Navarro 2008: 94). De todas maneras, se pueden distinguir dos grupos en función del porcentaje de agua de absorción constatado en las arcillas (Fig. 59). Por un lado, se observa que las muestras del Cretácico, del Paleógeno y del Holoceno poseen una elevada capacidad de absorción, entre 23 y 29% (media 25%). Las muestras con una elevada capacidad de absorción resultaron ser aptas en la fabricación de muestras experimentales y ninguna de ellas se fracturó durante la fase de secado. Por otro lado, únicamente se documentan índices sensiblemente inferiores a la media en las arcillas limosas del Pleistoceno recogidas en el *Salobrar de Magalluf*, donde la capacidad de absorción se sitúa entre 20 y 26% (media 22%).

Finalmente, hay que señalar que la variabilidad observada dentro de cada tipo de arcilla, en lo que respecta a esta variable, resulta normal. Esta variabilidad ha sido observada por otros investigadores en una gran variedad de tipos de arcillas (Rice 1987: 62). Estos rangos de índices o coeficientes de absorción son, por tanto, característicos de varias clases de arcilla (Fig. 60): *Plastic fireclays* (12.9-37.4), *Saggar clays* (18.4-28.56), *Stoneware clays* (19.16-34.80) y *Brick clays* (13.2-40.7) y no se relacionan para nada con los observados en otros tipos de arcilla como las formadas por caolinita o las denominadas *Ball clays*.

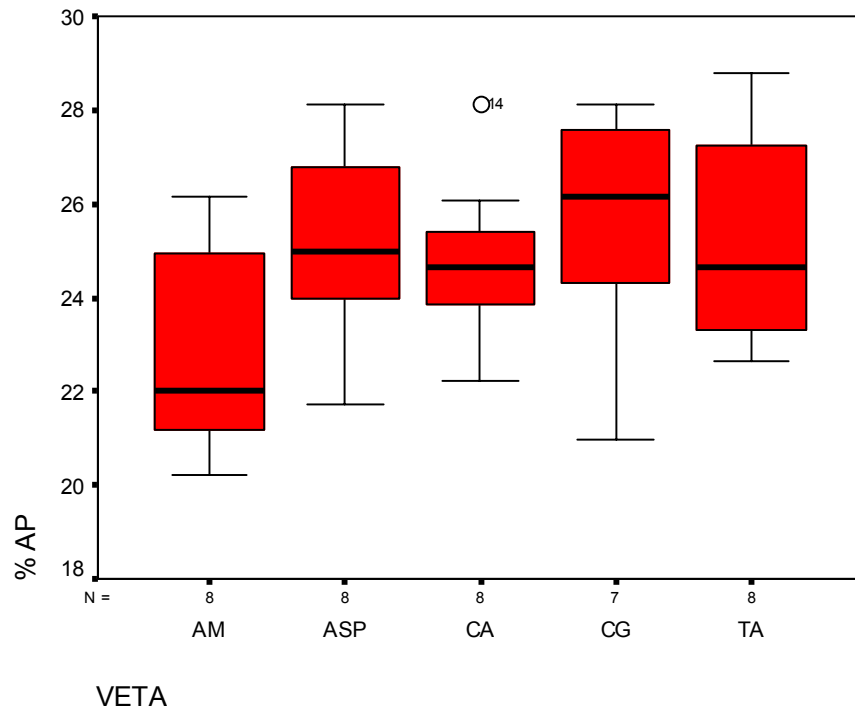


Figura 59. Diagrama de caja y bigotes mostrando las variaciones en %AA de las distintas muestras testadas (AM = *Salobrar de Magalluf*; ASP = *Albufera de Santa Ponça*, CA = *Arcilla Cretácico*; CG = *Comellar de Sa Terra des Gerrers*; TA = *Turó de les Abelles*).

Clay Type	%WP
Washed kaolin	44.48–47.50
White sedimentary kaolin	28.60–56.25
Ball clays	25.00–53.50
Plastic fireclays	12.90–37.40
Flint fireclays	8.89–19.04
Saggar clays	18.40–28.56
Stoneware clays	19.16–34.80
Brick clays	13.20–40.70

Figura 60. % AA (%WP) de distintos tipos de arcillas (según Nelson 1984 en Rice 1987: 62).

8.3.3. Deshidratación de las arcillas: Pérdida de peso durante la fase de secado.

Una vez hidratada la pasta y realizada la muestra ésta debe secarse antes de cocerse. El secado del material consiste en la remoción de líquido, normalmente agua, que ha sido absorbido previamente. La evaporación del agua de absorción debe ser lenta, uniforme y gradual para reducir al máximo el estrés diferencial en la pieza. Una aproximación al proceso de deshidratación es, por tanto, importante ya que el secado de las vasijas pudo constituir, especialmente en ambientes húmedos, uno de los principales problemas en el proceso de manufactura (Gibson y Woods 1990: 45).

Durante este proceso, que puede durar desde varios días a un mes, la pasta experimentará una disminución de volumen superior al 20%, siendo especialmente notable en la primera fase de secado (*Constant rate period*). Las principales variables que intervienen en este proceso son: superficie expuesta a la intemperie, temperatura y humedad, así como un ambiente de secado más o menos abierto y cerrado. También, debemos considerar que la interacción entre el agua y la arcilla dependerá de los minerales y la naturaleza química de los cationes de la materia prima, aspecto que modifica la carga de la superficie. En este sentido, el factor que más afecta a la conducta de la arcilla durante la deshidratación es el tipo y la cantidad de minerales de la arcilla que posee (Worrall 1975: 147-149; Rice 1987).

El porcentaje de peso perdido durante la fase de secado (Carter 2002) es una operación que se realizó con determinadas muestras que fueron secadas a temperatura ambiente. Durante el proceso de secado, se procedió a calcular la pérdida de peso en función de la variable “tiempo de secado”. Esta medición proporciona información sobre el comportamiento de las arcillas durante la fase de secado en función de su composición y sus cualidades. De esta manera podemos determinar la relación existente entre arcillas que han presentado un determinado rango de agua de absorción con una determinada conducta de secado, así como las consecuencias que tiene este rango en la pasta en relación a la aparición de fracturas, resquebrajamientos, etc.

La pérdida de peso es una variable que también está correlacionada con la pérdida de volumen que sufren las piezas durante la fase de secado (Carter 2003). En este experimento, se ha registrado la pérdida de agua capilar que se evapora de la arcilla a temperatura ambiente, y que provoca un fuerte encogimiento de la pasta, pues ésta se sitúa separando las partículas de los minerales de la arcilla.

A medida que esta agua se va eliminando, la pieza se encoge y se produce el contacto entre las partículas, por lo que el encogimiento se reducirá progresivamente durante la fase de secado a temperatura ambiente. Este momento se conoce como “punto crítico” y en él, la arcilla está rígida y en estado de textura de cuero. Sin embargo, al alcanzarse este punto todavía no se ha eliminado toda el agua de absorción, parte de la misma queda en la pieza como “humedad contenida”. Esta humedad es imposible de eliminar a temperatura ambiente y sólo desaparece durante la cocción (Rice 1987: 64; Gibson y Woods 1990: 24-27, 45; Khalfi y Blanchart 1999).

A diferencia de las otras arcillas testadas, las muestras del *Salobrar de Magalluf*, que como se ha señalado han presentado un menor porcentaje de agua de absorción, evidenciaron durante la fase de secado varias fracturas en forma de “S” (Fig. 62). Éstas aparecieron en tres de las ocho placas de arcilla realizadas. Estas fracturas se relacionan con una deshidratación diferencial de la pasta y son producto del estrés que se produce al evaporarse más rápidamente el agua en las superficies que en el interior del cuerpo. Este tipo de fracturas, formadas durante el secado, se expanden y maximizan durante el proceso de cocción, fase en la que además suelen aparecer otras fracturas nuevas (Rice 1987: 67-68; Khalfi y Blanchart 1999; Morales 2005: 67).

El ritmo constante de secado de esta arcilla puede observarse a través de un gráfico que contemple las variables tiempo y % de peso perdido a medida que la pieza se seca a temperatura ambiente. Las diferencias durante la fase de secado, entre esta muestra y otras más absorbentes, como las del Paleógeno, son pronunciadas (Fig. 61). En este sentido, las muestras del *Salobrar de Magalluf* mostraron una reducción de peso más acusada, hasta las 75 horas de secado, cuando alcanzaron el punto crítico y se estabilizó el peso de la muestra, finalizando el periodo de secado con una reducción de peso del 16.8%.

Por el contrario, las muestras con más capacidad de absorción de agua mostraron una pérdida de peso más gradual durante la fase de secado. Sin embargo, en estos casos y a diferencia del caso anterior, esta pérdida de peso se prolongó durante un periodo de tiempo mayor ya que el peso no se estabilizó hasta transcurridas 133 h, constatándose además, una mayor pérdida de peso (19.2%) al finalizar el proceso. Podemos concluir, que la pérdida registrada al final de la fase de secado, se corresponde con la cantidad de agua absorbida.

De esta manera, las piezas que más agua absorbieron sufrieron un encogimiento y una pérdida de peso más acusada durante la fase de secado que aquellas arcillas que habían absorbido menos agua. La velocidad de secado se ve influenciada, entonces, por la cantidad de agua absorbida por la arcilla, aspecto determinado por el tamaño más fino y el carácter plástico de la arcilla (Morales 2005: 67) parámetros que se confirman en las arcillas del Paleógeno y que son consecuencia de la alta cantidad de minerales de la arcilla que presentan.

8.3.4. Porcentaje de agua de porosidad interna.

Una vez estabilizado el peso de la pieza, podemos sugerir que se ha eliminado la mayor parte del agua que formaba parte de la misma. El próximo tipo de agua que se evapora de la arcilla es el agua de porosidad interna, aquella que ha quedado atrapada formando micro-poros entre las partículas de arcilla tras el encogimiento de la pasta a temperatura ambiente. Durante esta segunda fase (*Falling rate period*), el ritmo de secado está determinado por la capacidad de migración del agua a través de los poros hacia la superficie por lo que la pieza se deshidrata de forma más lenta. De este modo, debe considerarse la porosidad de la pieza dentro del proceso de secado de la arcilla, ya que la presencia abundante de materia no plástica, puede favorecer una textura más abierta, facilitando el secado en esta segunda fase. También reduce el estrés que se produce por la dilatación y la contracción de los minerales de la arcilla, evitando la aparición de fracturas importantes durante el proceso de secado y cocción, algo usual especialmente en arcillas muy plásticas. En todo caso, suele ser habitual encontrar arcillas en estado natural con la cantidad de inclusiones necesarias para desarrollar este proceso con éxito (Rice 1987: 65; Khalfi y Blanchart 1999; Livingstone 2007:18-19; Martineau *et al.* 2007).

El agua de porosidad interna presente en una arcilla puede calcularse a través de la diferencia de peso entre la muestra en seco y en estado de punto crítico (Carter 2002). De esta forma, una vez estabilizado el peso de las muestras se procedió a deshidratarlas calentándolas a 110 °C durante dos horas, este procedimiento permitió eliminar toda el agua de absorción contenida en la pieza y, por tanto, conocer con exactitud el peso de la muestra en seco y la cantidad de agua de porosidad contenida en la muestra.

En este caso (Fig. 61), las arcillas más absorbentes mostraron una mayor capacidad para retener agua formando micro-poros (6.4%), frente a las otras menos plásticas donde este porcentaje se redujo casi a la mitad (3.5%). Estos datos son congruentes con otros estudios donde se ha señalado que, en cerámicas, la cantidad de agua higroscópica suele situarse usualmente entre 3-5% (Gibson y Woods 1990: 27). La cantidad de agua contenida es un aspecto que puede ser relevante para la producción cerámica, donde es aconsejable una deshidratación gradual para minimizar grandes cargas de estrés sobre los componentes de la pasta.

Podemos concluir señalando que la arcilla del *Salobrar de Magalluf*, que ha mostrado índices más bajos de agua de absorción presenta una reducción de peso menor, tanto durante la fase de secado como de calentamiento a 110 °C. Este hecho se relaciona con una débil capacidad del sedimento para absorber y retener agua en las capas laminares de los minerales de la arcilla. La rápida y súbita eliminación de agua de absorción provoca las fracturas que se han evidenciado en varias de las muestras experimentales (Fig. 62). Se producen múltiples fenómenos físicos y químicos vinculados a la deshidratación que provocan variaciones en las dimensiones de las muestras que, en algunos casos, puede inducir a fracturas como consecuencia de una pérdida de agua diferencial en la pasta.

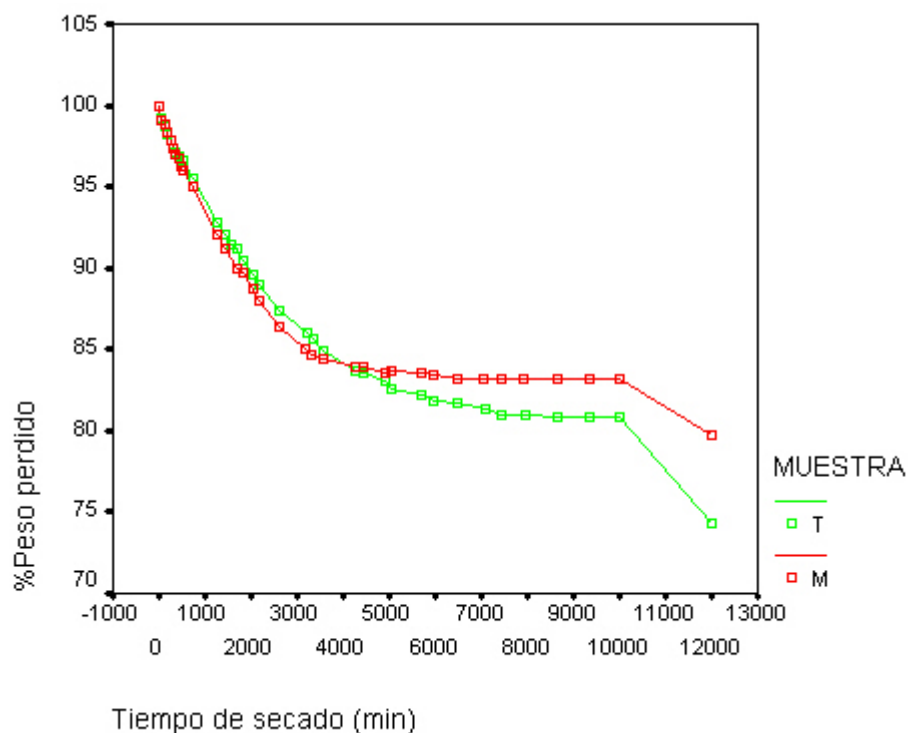


Figura 61. Gráfico comparativo del comportamiento del sedimento del Paleógeno (T) y del Pleistoceno (M) durante la fase de secado a temperatura ambiente. El último punto se relaciona con el peso de la muestra tras el calentamiento a 110 °C.

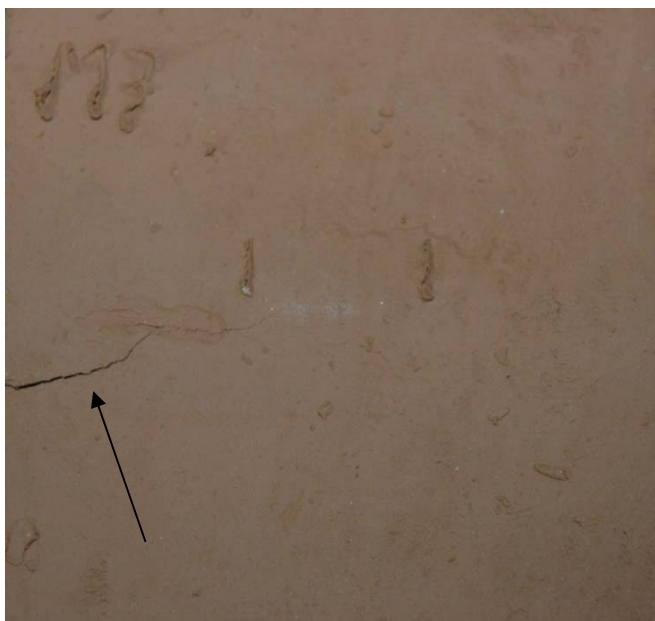


Figura 62. Fracturas en forma de “S” generada en la arcilla del Pleistoceno durante la fase de secado.

8.3.5. Cocción experimental.

Teóricamente, distintas arcillas con diferente composición tendrán un comportamiento diverso ante el calentamiento. Además, es durante la cocción cuando se suelen visualizar y agudizar los problemas derivados de la fase de secado (Rice 1987: 67; Gibson y Woods 1990: 22). En este sentido, se ha creído conveniente realizar la cocción experimental de las plaquetas fabricadas con la finalidad de observar su comportamiento durante esta fase y establecer apreciaciones acerca de su relación con la composición y sus cualidades.

Antes de realizar la cocción experimental se procedió al secado de las piezas durante 24 horas a temperatura ambiente y, posteriormente, durante dos horas a 110 °C. La finalidad de este proceso consiste en dotar a las piezas de un grado de deshidratación adecuado con el fin de que las muestras sobrevivan al proceso de cocción y se elimine el agua de porosidad interna. La cocción de las plaquetas se realizó a partir de una curva de temperatura rápida utilizando un horno de gas⁸⁶ *AIM Ceramic Kilns Hi-Temp* con tres quemadores de 12.75". La atmósfera de cocción fue oxidante y la temperatura máxima alcanzada fue de 705 °C. Esta temperatura es la adecuada con tal de minimizar la descomposición de los carbonatos presentes en las muestras. Esta reacción puede alterar las características de la pieza, por lo que la finalidad es evitar su aparición.

⁸⁶ Este tipo de horno permite un rápido calentamiento de las muestras y una ascensión rápida de la temperatura resultando adecuados para realizar experimentos en arqueología (Edwards 1984).

Por otro lado, se ha observado, a través del estudio de la cerámica arqueológica, que las piezas rara vez superan este rango de temperatura (Albero 2007). La ascensión de temperatura media se situó en 8.4 °C/min. La duración total de la cocción fue de 84 minutos, alcanzándose 640 °C a los 60 minutos y 705°C a los 74 min. La temperatura máxima se mantuvo durante 10 minutos. De esta manera, se ha tratado de emular una cocción relativamente rápida en la que la temperatura máxima se alcance en un corto periodo de tiempo y se produzca un escaso tiempo de exposición de las piezas a la máxima temperatura (Livingstone-Smith 2007). El enfriamiento de las piezas fue rápido, para ello, se abrieron todas las entradas de aire del horno durante una hora para después proceder a la extracción de las piezas.

8.3.5.1. Pérdida de peso tras la cocción.

Se ha consignado el porcentaje de peso perdido tras la fase de cocción (Howard 1982). Esta variable proporciona información sobre los cambios de volumen y peso que se producen en las arcillas cocidas a temperaturas inferiores a 705°. Estas alteraciones se relacionan con el proceso de deshidratación que experimentan los minerales de la arcilla. Entre 200 y 300 °C se volatiliza el agua de superficie (por enlace iónico) que forma parte de los filosilicatos presentes en la matriz y que, es resultado de un equilibrio entre la presión del vapor del agua de la arcilla y el contenido en la atmósfera. Entre 500-900 °C, se elimina parcialmente el agua de constitución de algunos de los minerales de la arcilla presentes en la pasta. Los cambios estructurales que sufre la arcilla deben relacionarse, principalmente, con esta pérdida del agua combinada químicamente en las capas que forman las moléculas de los minerales de la arcilla. Ésta es el último tipo de agua que se pierde y ello sólo sucede durante la cocción. Finalmente, en este rango de temperaturas se iniciará la descomposición de varios filosilicatos como la clorita o la montmorillonita que reaccionan a baja temperatura, entre 550/650°C (Linares *et al.* 1983; Rice 1987: 65; Khalfi y Blanchart 1999; Maritan *et al.* 2006).

Por otro lado, también entre estas temperaturas, se producen otros cambios como la oxidación de la materia orgánica. Tras la cocción, todas las muestras presentaron coloraciones rojizas o rosadas tanto en superficie como en sección. Este hecho puede relacionarse, dada la corta duración de la cocción, con una cantidad baja de materia orgánica presente en las muestras.

La presencia de materia orgánica va a tener importantes implicaciones en el color final de la pieza, ya que el hierro no determinará el color de la pieza cocida hasta que la materia orgánica se halla quemado completamente. Hasta que no se produzca su combustión se generarán movimientos de gases desde el interior de la pieza hacia las paredes externas, impidiendo la oxidación de la pasta y generando sólo unos márgenes oxidados poco pronunciados (Rice 1987: 88, 334).

Todas estas transformaciones que se producen durante el calentamiento están estrechamente relacionadas con la composición mineralógica y textural de la pasta, aspectos que ya conocemos de partida. Ello nos permite interpretar mejor el comportamiento de las arcillas durante la cocción experimental, como por ejemplo, el porcentaje de peso perdido en la muestra cocida que se calcula en base:

$$\% PMC = (\text{peso seco } 110^{\circ}\text{C} - \text{peso cocido}) / \text{peso cocido} \times 100$$

En nuestro caso, según se ha podido documentar, es en este proceso de cocción a 705 °C donde se evidencian y agudizan las diferencias tangibles entre las características y las cualidades de las distintas arcillas. El estudio de esta variable evidencia que los índices diferenciales que habían podido consignarse durante la fase de secado siguen activos durante la cocción (Fig. 64). Destacan especialmente las arcillas del *Salobrar de Magalluf*, cuya capacidad de absorción e hidratación de agua ya ha sido comentada, puesto que son las que han experimentado una menor pérdida de peso tras la fase de cocción. Ello debe relacionarse, de nuevo, con la escasa capacidad que tienen estas arcillas para hidratarse adecuadamente. Durante la cocción de las plaquetas confeccionadas con esta arcilla se agravaron las fracturas ya generadas durante la fase de secado (Fig. 63b). Además durante la cocción se generaron nuevas fracturas que no se habían presentado con anterioridad.

Como se ha señalado, algunas muestras experimentaron un comportamiento diferencial durante la fase de secado. Sin embargo, las mayores diferencias entre el comportamiento de las arcillas se producen durante la fase de cocción, a diferencia de la fase de hidratación donde varias arcillas presentaron intervalos de porcentajes muy parecidos. Las piezas que han sufrido una menor reducción de peso se asocian con las arcillas del Holoceno de *Santa Ponça* y con los niveles del Cretácico de la misma. Las placas cocidas con estas arcillas en bruto, proporcionaron excelentes resultados y se obtuvo con éxito un producto óptimo, sólido y consistente.

Las muestras que más porcentaje de peso han perdido durante la cocción (20-30%) se relacionan con las de la veta del Paleógeno cuyas características mineralógicas y granulométricas ya han sido comentadas. Precisamente, durante los primeros minutos de la cocción de estas muestras, se produjeron abundantes desconchados en un alto porcentaje de las plaquetas realizadas (Figura 63a, Cuadro 13) que, previamente, habían funcionado perfectamente en otras partes del proceso experimental. Este tipo de desconchados o fracturas laminares se generan como consecuencia del proceso de deshidratación de la pasta, fenómeno que continúa durante el proceso de cocción. Una vez la pieza se empieza a cocer, la eliminación total de agua de absorción de la estructura laminar se produce a 110 °C. El agua que permanece tras la fase de secado se convierte en vapor, expandiéndose y aumentando su volumen. Si el vapor no encuentra una vía de escape apropiada entre la arcilla la presión crece y puede forzar la aparición de desconchados circulares en el exterior de las paredes de la vasija. La expansión de la humedad, desde el centro a la pared de la vasija, causa grandes desprendimientos que, ocasionalmente, pueden atravesar la pared. Este fenómeno resulta muy común y acusado en paredes densas realizadas con arcillas muy plásticas, finas y con escaso desgrasante que no se han secado completamente y se han cocido rápidamente (Rye 1981; Cuomo Di Caprio 1984: 42-43; Rice 1987; Gibson y Woods 1990: 24; Clop 2001; Morales 2005: 67, 318; García Rosselló y Calvo 2006).

En este sentido, ya se ha comentado la elevada capacidad de absorción de agua de estas arcillas, este hecho conlleva la necesidad de realizar piezas bien modeladas, con paredes poco gruesas, y que se presenten bien secas para poder evitar los daños que se han producido durante la cocción, especialmente si ésta se realiza a partir de una ascensión de la temperatura rápida. Esta cualidad absorbente de la arcilla del Paleógeno en bruto, y la dificultad de alcanzar un secado óptimo, podrían incrementar notablemente el tiempo destinado a fabricar las vasijas, como ya se ha observado en el comportamiento durante la fase de secado.



Figura 63. A) Fotografía mostrando un desconchado circular de una muestra cocida del Paleógeno. B) Fotografía mostrando una fractura en una plaqueta del *Salobrar de Magalluf* tras la cocción (Campo de visión 8 cm).

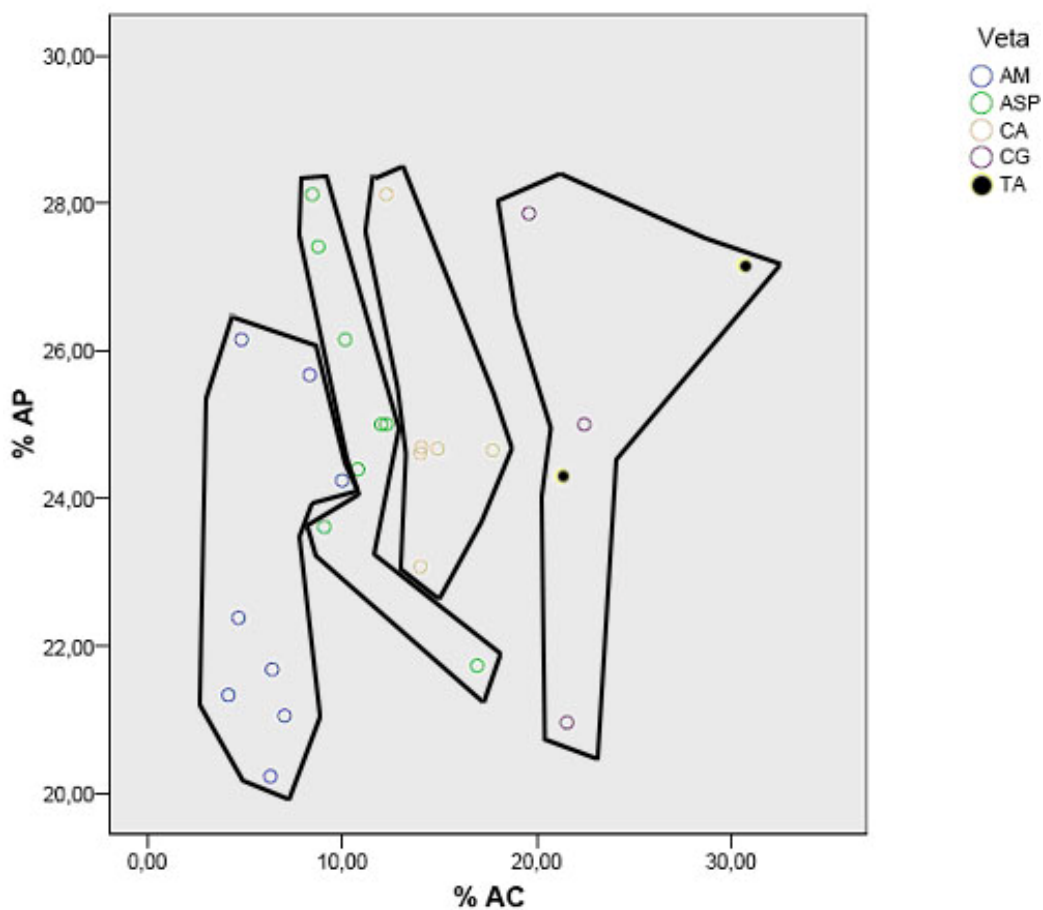


Figura 64. Gráfico de dispersión mostrando el porcentaje de peso perdido tras la fase de secado a 110 °C (%AP) frente a la pérdida de peso al final de la cocción a 705 °C (%AC). Las agrupaciones realizadas se corresponden con los distintos depósitos analizados (ASP = Holoceno; AM = Pleistoceno; TA y CG = Paleógeno; CA = Cretácico).

Cuadro 13: Porcentajes de plaquetas, realizadas con las arcillas analizadas, que presentaron fracturas durante el secado y/o la cocción, desconchados y número de muestras que presentaron resultados satisfactorios.

Muestra	N	% Fracturadas tras secado	% Cocidas correctamente	% Destruídas	% Fracturadas tras cocción	% Desconchadas tras cocción
<i>Comellar dels Gerrers</i>	8	0	3 (37.5%)	2 (25%)	0	3 (37.5%)
Cretácico	8	0	6 (75%)	1 (12.5%)	0	1 (12.5%)
<i>Salobrar de Magalluf</i>	8	3 (37.5%)	4 (50%)	0	4 (50%)	0
<i>Albufera de Santa Ponça</i>	8	0	8 (100%)	0	0	0
<i>Turó de les Abelles</i>	8	0	2 (25%)	1 (12.5 %)	0	5 (62.5%)
Total	40	7.5%	57.5%	10%	10%	22.5%

8.3.5.2. Análisis térmico de arcillas del Paleógeno.

Para conocer el comportamiento de la arcilla del Paleógeno, muy plástica pero que ha ofrecido mayores posibilidades de fracaso durante la cocción, se ha procedido a la realización simultánea de un Análisis Térmico Diferencial (ATD) y un Análisis Termo-gravimétrico (TGV) sobre la muestra en polvo. Estos análisis se utilizan usualmente para conocer el comportamiento térmico de las arcillas y proporcionan información sobre la pérdida de peso y los cambios calorimétricos que se producen en la muestra en función de la temperatura alcanzada en cada momento. De esta manera, además, podemos diferenciar qué cambios de fase son exotérmicos, es decir, generan calor, y cuales endotérmicos y lo absorben. En definitiva, estos análisis van a permitir una aproximación al comportamiento de los distintos componentes de la pasta y a ésta en su conjunto (Capel 1983; Murad y Wagner 1996; Drebushchak *et al.* 2005; Morales 2005; Souza *et al.* 2005; Papadopoulou *et al.* 2006; Maritan *et al.* 2007; Mahmoudi *et al.* 2008).

El comportamiento térmico de esta arcilla sedimentaria es coherente con su composición mineralógica. Utilizando como referencia las observaciones realizadas por otros autores⁸⁷ en materiales cerámicos en base a estos métodos podemos señalar que se aprecian básicamente tres cambios de fase en los que se produce una pérdida de peso importante, la pérdida de peso total se sitúa en 23.5%. El gráfico DTA-ATG (Fig. 65) obtenido nos muestra una pérdida significativa del agua absorbida por los filosilicatos presentes en la muestra (5.4%) entre los 50 y los 110°C, generando su eliminación un pico endotérmico.

La constatación de un pico exotérmico muy poco sensible entre 350 y 450 °C indica de la escasa presencia de materia orgánica que se ha oxidado durante el calentamiento de la muestra. Entre los 500/600 °C, se produce un pico endotérmico ligado a la descomposición de determinados minerales de la arcilla, como la clorita y la montmorillonita, que suelen experimentar cambios de fase a una temperatura relativamente baja. El descenso de la curva ATG evidencia que se empieza a eliminar agua higroscópica procedente de los filosilicatos, que se corresponde con una pérdida del 6.5% de peso a los 700 °C.

También, se constata desde los 650/700 °C la descomposición de los carbonatos presente en la pasta, proceso que finalizaría en torno a los 800 °C. Esta reacción es la que provoca la pérdida de peso más importante en la arcilla (11.6 %), generando, además, un pico endotérmico muy abrupto.

Finalmente, entre 890-950°C, se detecta una ligera reducción de peso que debe relacionarse con la pérdida de estructura de minerales de la arcilla como la illita y la moscovita, capaces de resistir, en comparación con otros filosilicatos, hasta temperaturas de esta magnitud. Durante este proceso, se observa la existencia de un pico de escasa entidad que debe relacionarse con la formación de la fase vítrea en la muestra.

Podemos asumir, que la reducción de peso observada en las placas experimentales debe relacionarse con una mayor presencia de cationes de agua absorbida por los filosilicatos en las muestras del Paleógeno y, tal vez, con el inicio de la descomposición de los carbonatos presentes en los sedimentos. Sin embargo, hay que señalar que, probablemente, los carbonatos presentes en las plaquetas, a pesar de estar cocidas a 705 °C, no reaccionaron.

⁸⁷ Navarrete y Capel 1977; Capel 1983; Murad y Wagner 1996; Buxeda *et al.* 2002; Drebushchak *et al.* 2005; Morales 2005: 68; Maritan *et al.* 2006; Papadopoulou *et al.* 2006; Maritan *et al.* 2007; Leach *et al.* 2008; Mahmoudi *et al.* 2008.

Los datos obtenidos en los análisis termo-gravimétricos se realizaron sobre muestra en polvo, es decir, con un menor tamaño de grano de las partículas. El tamaño de los carbonatos influye notablemente en su temperatura de descomposición, produciéndose ésta a mayor temperatura a medida que aumenta el tamaño de grano (Linares *et al.* 1983). Además, las muestras que sobrevivieron a la cocción no se han descompuesto ni han presentado ninguna alteración tras humedecerse con agua. Este hecho indica, indirectamente que, probablemente, esta reacción y, por tanto, la formación de óxido cálcico no fue importante en las piezas. Las series experimentales que se fracturaron lo hicieron al inicio de la cocción, hecho que refleja una serie de reacciones químicas a baja temperatura vinculadas, especialmente, con el proceso de deshidratación de las muestras. Podemos señalar, como sugieren otros autores (Carter 2002), que la temperatura empleada en la cocción experimental no fue suficiente para la formación de óxido cálcico.

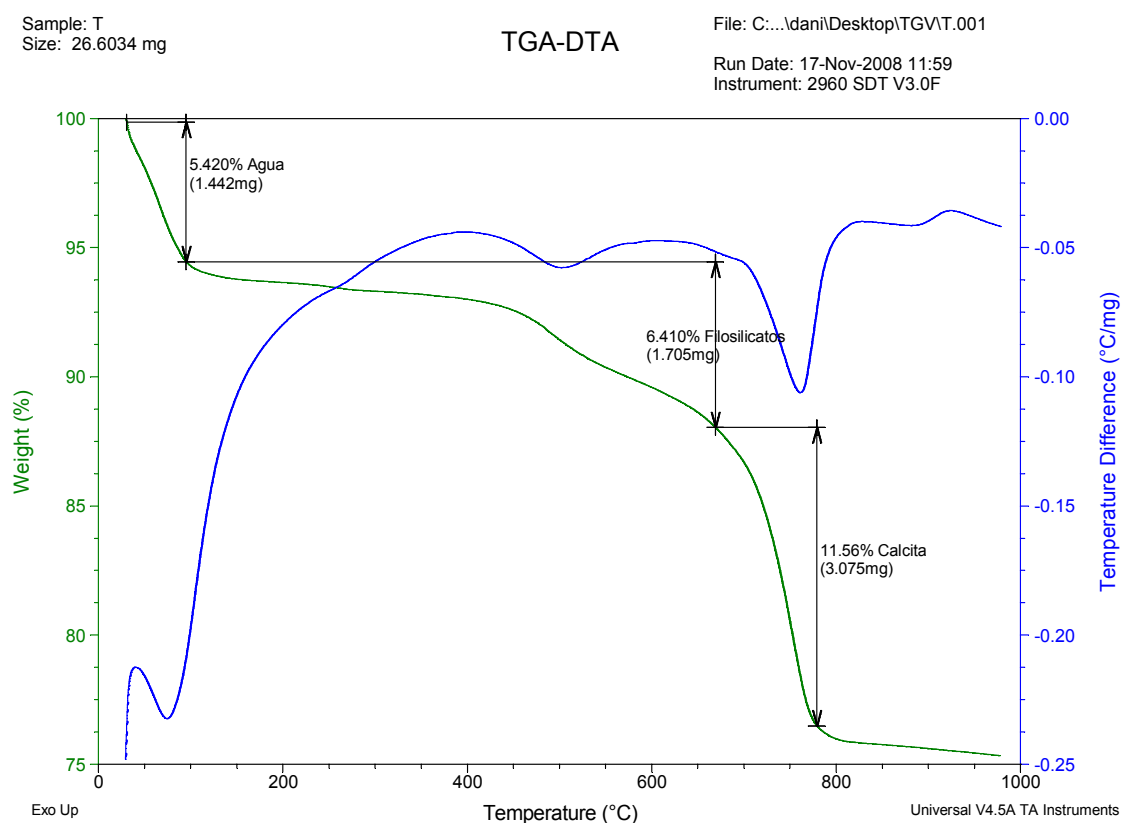


Figura 65. Comportamiento termo-gravimétrico de una muestra de arcilla adsrita al Paleógeno (muestra en polvo).

8.3.5.3. Índice de agua de absorción y de porosidad abierta de las piezas cocidas.

El estudio de la porosidad de los cuerpos cerámicos se realiza para determinar el % de volumen de vacío que está presente en la pasta en función del tipo de material utilizado ya que éste va a influir enormemente en las cualidades de los productos. Determinar el grado de porosidad nos puede aproximar indirectamente al grado de consistencia de una pieza, que dependerá en parte del número de poros y el tamaño de los mismos. Por otro lado, nos indica la capacidad de absorción capilar de las piezas cocidas (Cuomo Di Caprio 1984: 188; Rice 1987; Seva y Almiñana 1996; Tsetlin 2003; Morales 2005: 121; Rodríguez y Saroza 2006; Leach *et al.* 2008).

Se ha calculado el porcentaje de porosidad abierta (%PA) y de agua de absorción de las muestras de arcilla cocidas (%AAC) a partir del método de saturación (Chávez y Johns 1995; Carter 2002; Tsetlin 2003; Morales 2005: 121; Mahmoudi *et al.* 2008). Para ello, las muestras cocidas se secaron previamente durante dos horas a 110 °C para después registrar su peso. Posteriormente, se procedió a su inmersión en agua durante 24 h. Tras este periodo de tiempo, la superficie se secó y se volvieron a pesar las piezas. El volumen de la muestra se determinó a partir de la diferencia entre el peso de la pieza dentro y fuera del agua, teniendo en cuenta que el peso en volumen del agua es 1 g/cm³. En definitiva, el cálculo de ambas variables procede según:

$$\% AAC = (\text{peso saturado} - \text{peso en seco}) / \text{peso en seco} \times 100$$

$$\% PA = (\text{peso saturado} - \text{peso en seco}) / \text{Volumen} \times 100$$

De este modo, podemos determinar la proporción de vacío presente en la pieza o la porosidad abierta constituida por una red de continua de conductos capilares comunicados entre sí, ya que los poros cerrados aislados no se comunican entre sí y no pueden ser registrados mediante este método. La porosidad aparente se refiere a los macro-poros de la pasta que conectan con la superficie de la vasija por lo que no se incluye en el test el porcentaje de micro-poros que están presentes en el interior de la pasta de la muestra. Así pues, la porosidad aparente está relacionada con la capacidad de absorción de las paredes de la pieza (Rice 1987: 351).

Todas las muestras se mostraron resistentes a la inmersión y sobrevivieron perfectamente al periodo de saturación en agua señalado. En este sentido, las muestras cocidas que han mostrado mayor porcentajes de agua absorbida (18.4-20.8%) y mayor porcentaje de porosidad aparente (15.6-17.3%) (Cuadro 14), coinciden con aquellas arcillas que habían presentado una mayor pérdida de peso durante la cocción, mayor absorción de agua para el modelado y una alta cantidad de macro-poros y micro-poros (Fig. 66). Por otro lado, una vez más, las muestras cocidas del *Salobrar de Magalluf* han evidenciado índices de agua de absorción (13.6%) y de porosidad abierta (12.2%) sensiblemente menores que el resto de muestras.

Cuadro 14. Medias obtenidas en los distintos índices medrados a partir de las plaquetas experimentales cocidas.

Muestra	% Agua Absorción	% Peso perdida cocción	Porosidad aparente	Porosidad abierta
<i>Turó de les Abelles</i>	25.3 (n = 9)	26 (n = 2)	18.38	15.56
<i>Comellar de Sa Terra des Gerrers</i>	24.5 (n = 8)	21.2 (n = 3)	20.84	17.33
Albufera de <i>Santa Ponça</i>	25.2 (n = 8)	11.05 (n = 8)	17.12	14.72
<i>Salobrar de Magalluf</i>	22.5 (n = 8)	6.47 (n = 8)	13.64	12.16
Cata Cretácico	24.7 (n = 8)	14.5 (n = 6)	19.06	16.09



Figura 66. Microfotografías (escala = 1 mm) realizadas en corte fresco y con binocular de las plaquetas cocidas, de izquierda a derecha: albufera de *Santa Ponça* (obsérvese la textura sensiblemente más gruesa), *Turó de les Abelles* (obsérvese la presencia abundante de poros internos origen de los procesos desconchados documentados), arcilla del Cretácico de la albufera de *Santa Ponça* y *Salobrar de Magalluf*.

8.3.6. Clasificación de la gama cromática.

Se ha realizado la clasificación cromática de las arcillas⁸⁸, sin embargo el objetivo va más allá de la simple clasificación, ya que la visibilidad que presentan los materiales arqueológicos, en sus distintos niveles de análisis, constituye uno de los aspectos que están entrando en consideración en el discurso arqueológico y su aplicación se está extendiendo en todo tipo de registros materiales como, por ejemplo, la arquitectura y el espacio (Criado Boado 1993), la cerámica (Prieto 2006), los recursos minerales y los metales (Jones 2004).

Este tipo de posturas podrían relacionarse con la *Arqueología de la Percepción*. Ésta se centra en la forma en la que los recursos y los objetos materiales son percibidos por los seres humanos. La forma en que se percibe el entorno natural y social puede influir activamente en la manera en la que los recursos son seleccionados y utilizados. En este sentido, las personas utilizan una serie de criterios perceptivos, que pueden ser más o menos compartidos, para elegir y seleccionar los recursos de acuerdo con criterios funcionales, culturales y simbólicos. Como señalan varios estudios, en base a la percepción, los alfareros pueden desarrollar un alto grado de interacción con los materiales que utilizan y sus cualidades físicas (Echallier 1984: 6; Barley 1994: 81). A su vez, el tipo de interacción que se establece entre personas y materialidad influye en la forma en la que los ceramistas perciben los recursos lo que formalmente determina cómo éstos, en su conjunto, van a explotarse. La percepción que se realiza de un recurso en relación a otros determina si éste va a utilizarse o por el contrario va a descartarse (Rice 1984b; Arnold 2000).

Por tanto, los seres humanos son capaces de conocer las distintas propiedades específicas de los recursos arcillosos disponibles mediante la interacción con los mismos. De hecho, las personas han interactuado con los recursos minerales desde el Paleolítico Inferior y con las arcillas en concreto, como mínimo desde el Paleolítico Superior, mucho antes de la producción de cerámica⁸⁹.

⁸⁸ Este tipo de clasificaciones cromáticas sólo se han considerado en el análisis de los depósitos arcillosos del entorno y no en la clasificación del color de la cerámica, donde intervienen un amplio número de factores (Capel 1985).

⁸⁹ Los primeros indicios de materiales arcillosos que presentan señales de exposición al fuego se documentan, al menos, desde hace 15000 años. Sin embargo, en el uso de recursos arcillosos se puede suponer que esta interacción es incluso anterior a esta fecha (Matson 1989).

Algunos autores han señalado que esta interacción de los humanos con determinados recursos minerales locales fue intensa en sociedades sedentarias, ya que éstas están estrechamente ligadas a un territorio más o menos extenso (Wilshusen y Stone 1990). Desde estudios etnográficos se ha tratado de abordar los procedimientos y criterios cognitivos que utilizan diversas sociedades para diferenciar entre suelos con distintas cualidades⁹⁰. Etnográficamente, las sociedades clasifican los “suelos” en función de su aspecto en superficie, lo que implica realizar una aproximación limitada a las características técnicas de los suelos. Sin embargo, este procedimiento resulta suficiente, en muchas ocasiones, para registrar importantes discontinuidades en sus características, permitiendo realizar una clasificación taxonómica más o menos jerarquizada y compleja de los suelos disponibles en el territorio en función de distintas necesidades.

En ocasiones, como en el caso de los Tatuyo (Colombia), esta percepción y el conocimiento que se realiza de los suelos puede resultar un aspecto compartido al nivel de comunidad. De todas formas, incluso en situaciones donde se establecen conocimientos compartidos para la clasificación de los suelos locales debemos considerar que ciertos individuos están más familiarizados con este conocimiento que otros que no los utilizan habitualmente. Por otro lado, las clasificaciones descriptivas que realizan estas comunidades de sus suelos, aunque aparentemente simplistas a los ojos occidentales, pueden representar también aspectos culturales relacionados con el uso de la tierra y el grado de adecuación a la productividad de un determinado recurso. Este conocimiento de los suelos puede llegar a determinar en gran parte la estrategia de asentamiento, especialmente en sociedades sedentarias (Wilshusen y Stone 1990).

Los seres humanos, incluido los alfareros de sociedades actuales que siguen utilizando estrategias productivas semejantes a la prehistórica, suelen conceptualizar los suelos a partir de la percepción que tienen de variables como el color, la textura, la porosidad, la presencia de ciertas partículas, la plasticidad y la consistencia de las materias primas así como su grado de salinidad.

⁹⁰ Este conocimiento se desarrolla en estrecha conexión con la conceptualización de otro tipo de recursos, como los vegetales y las plantas presentes en los distintos suelos del territorio. Existe una conexión entre la conceptualización de recursos bióticos y abióticos. Una intensificación de la agricultura puede desembocar en una complejidad más marcada de la clasificación de los suelos (Wilshusen y Stone 1990).

Estas variables subjetivas, apropiadamente combinadas, se utilizan como una base “científica” para distinguir, clasificar y seleccionar entre suelos y arcillas de distintas calidades⁹¹. En la actividad alfarera, podemos considerar genéricamente dos tipos de suelos, los que son aceptables para la producción y los que no lo son (Wilshusen y Stone 1990).

De esta manera, abordados estos conceptos básicos y en el tema que aquí nos ocupa, se ha documentado etnográficamente la utilización de distintos recursos minerales dependiendo del color que éstos presentan. Estos colores de los sedimentos pueden tener, además, implicaciones simbólicas para las sociedades que los utilizan (Barley 1994:81; Druc 1996; Arnold 2000; Jones 2004; García Rosselló 2008: 131). Algunos autores (Rice 1984b; Arnold 2000), han señalado, incluso, que la posibilidad de expandir la percepción que se tiene de los recursos, a través de considerar variables como el color, la textura o el grado de adecuación de los recursos a determinadas actividades, puede favorecer el desarrollo de la especialización de la producción así como una menor variabilidad en la cerámica, al menos en lo que se refiere a las materias primas utilizadas.

Ello se debe a que, como señala Besoain (1985: 20), el color proporciona una visión externa del suelo. El color de un sedimento está en función de su composición mineralógica y geoquímica y puede constituir una variable de análisis muy útil en lo que se refiere a la identificación de distintas formaciones sedimentarias. Los aspectos que más variabilidad introducen en el color son el contenido de materia orgánica, pirita y el contenido de hierro, así como su estado de oxidación. Los otros colores que se observan normalmente son el resultado de una mezcla de estos distintos componentes (Tucker 1991: 94-95).

⁹¹ Etnográficamente hay una gran diversidad en las variables utilizadas para clasificar los suelos, mientras existen sociedades que utilizan tres variables otras, como los Kekchi Maya (Guatemala) utilizan decenas de ellas (Wilshusen y Stone 1990).

Se ha realizado una clasificación de la gama cromática de las muestras arcillosas secas, húmedas y cocidas utilizando las tablas de color Munsell⁹². El color puede variar en un mismo sedimento dependiendo del estado en que se encuentre el material, especialmente cuando éste ya está cocido⁹³ (Capel 1977; Cuomo Di Caprio 1984: 43-45). Este tipo de clasificación cualitativa ha evidenciado que existen importantes divergencias en los sedimentos en función de la coloración que presentan (Fig. 67, Cuadro 15). El material Cretácico, procedente de la cata realizada en los niveles de albufera originales, ha presentado una coloración gris. Ya se ha comentado antes el ambiente de sedimentación y los foraminíferos estudiados, de carácter piritoso, apreciados en esta muestra. De esta forma, un incremento de la cantidad de materia orgánica y pirita puede favorecer que los sedimentos presenten una coloración gris que puede llegar a ser negra. Muchos sedimentos marinos o lagunares muestran este tipo de coloraciones por la presencia diseminada de estas materias (Gibson y Woods 1990: 113; Tucker 1991: 94).

A diferencia de la veta anterior, la veta del *Salobrar de Magalluf* presentó colores rojizos que deben relacionarse, principalmente, con la presencia de óxido férrico que puede aparecer preferentemente en forma de inclusiones opacas aisladas o que bien pueden cristalizar junto con las partículas de arcilla. Está generalmente aceptado que la coloración roja se desarrolla después de la deposición del sedimento, mediante un proceso de hidratación del óxido de hierro por disolución *in situ*. De este modo, muchos sedimentos lagunares no marinos son de color rojo, reflejando una naturaleza predominantemente oxidante en un ambiente deposicional diagenético en sus comienzos (Gibson y Woods 1990: 188; Tucker 1991: 94).

Los sedimentos del Paleógeno son de color ocre-verdoso, éstos deben su color a la mezcla de minerales de la arcilla con materia orgánica. En este caso, la presencia de óxidos de hierro resulta escasa y el color suele provenir del hierro que está presente con los minerales de la arcilla, como la clorita o la illita, que habían sido documentados en los de DRX realizados en las muestras.

⁹² Consideramos que este tipo de tablas constituyen patrones internacionales estandarizados que permiten describir repetidamente el mismo fenómeno. También permiten plantear los colores presentes en términos simples (Capel 1977; Howard 1982; Cuomo Di Caprio 1984: 168-179; Van As 1984).

⁹³ En este último estado intervienen un alto número de variables que influyen en la coloración, además de la composición de la pasta hay que considerar la temperatura, el tiempo y la atmósfera utilizada en la cocción.

También, es habitual hallar sedimentos abigarrados en este estrato amarillento. Este hecho se suele deber a procesos pedogénicos, como los movimientos del agua sobre los suelos o a las infiltraciones de raíces. Ello, causa una distribución irregular de los óxidos de hierro y los carbonatos. Es común este tipo de disposición en zonas lagunares o palustres, como las del Eoceno donde están bien constatados este tipo de procesos (Tucker 1991: 95).

Podemos concluir este apartado señalando que arcillas relacionadas con diferentes épocas, con diferentes cualidades y composición pueden percibirse y distinguirse fácilmente a partir de la coloración del sedimento. Por otro lado, se puede señalar que arcillas de puntos distintos, pero de una misma formación geológica y con una gran similitud composicional, han presentado colores muy parecidos entre sí. La homogeneización de la coloración de todos los sedimentos se realiza durante la cocción (Cuadro). Tras esta fase todas las muestras presentaron fundamentalmente tonos rosados, marrones y rojizos. A pesar de esta característica homogeneización de la coloración tras la cocción, derivada de la utilización de la misma estructura y temperatura de cocción⁹⁴, existen leves diferencias en el color de las distintas piezas debidas, esencialmente, a la composición de las arcillas en origen.


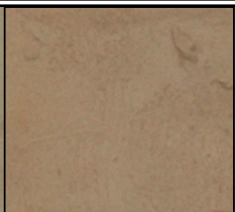
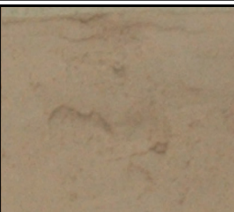
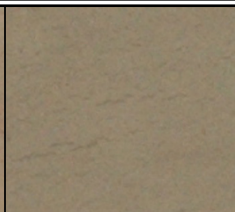
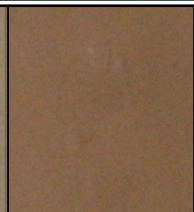
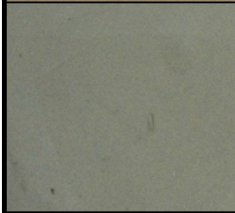

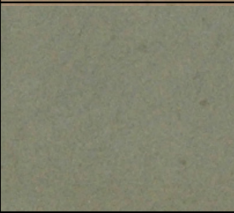

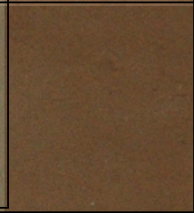
				
				
Cata Albufera	Turó de ses Abelles	Comellar des Gerrers	Albufera de Santa Ponsa	Albufera de Magalluf

Figura 67. Gama cromática de las arcillas analizadas (inferior: arcillas hidratadas, superior: arcillas cocidas a 705 °C en atmósfera oxidante).

⁹⁴ Hay que señalar que en el caso de las cerámicas cocidas a partir de arcillas illíticas, la temperatura de cocción participa también de la coloración que van a tener las piezas en relación a distintos grados de oxidación y liberación de Fe (Murad y Wagner 1996).

Cuadro 15. Clasificación cromática utilizando tablas de color Munsell (1994) de las plaquetas experimentales en las distintas fases.

Muestra	Albufera de Santa Ponça	Comellar de sa Terra des Gerrers	Salobrar de Magalluf	Turó de ses Abelles	Cata Cretácico
Color en seco	10 YR 6/5 Marrón amarillento	2.5 Y 6/4 Amarillo-marrón	7.5 YR 5/6 Marrón fuerte	2.5 Y 6/4 Amarillo-marrón	2.5 Y 6/2 Marrón grisáceo claro
Color en húmedo	10 YR 7/3 Marrón pálido	2.5 Y 7/3 Amarillo pálido	7.5 YR 6/5 Marrón claro-rojo	2.5 Y 7/3 Amarillo pálido	2.5 Y 7/2 Gris claro
Color Cocido	10 YR 7/4 Marrón muy pálido	7.5 YR 7/4 Rosa	7.5 YR 6/5 Marrón claro-rojo	7.5 YR 7/5 Rosa, rojo-amarillento	10 YR 7/4 Marrón muy pálido

9. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE MATERIAS PRIMAS.

9.1. Diferencias entre muestras en función de parámetros geomorfológicos.

Durante los procesos de deposición y enterramiento, los sedimentos sufren ciertas modificaciones que se producen en relación a variables como la presión, la temperatura y la composición química. Estas alteraciones físico-químicas son más evidentes a mayor profundidad y tenderán a modificar las composiciones mineralógicas de los depósitos arcillosos. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los sedimentos arcillosos suelen presentar cierto margen de estabilidad, por lo que resulta habitual que no haya cambios importantes dentro de un mismo depósito (Bastida 1982; Arnold 2000; Hein *et al.* 2004).

Las fluctuaciones observadas en la composición mineralógica de los distintos depósitos del área y en un mismo depósito se han asociado a diferentes grados de meteorización de las rocas y al desarrollo, en épocas más recientes, de depósitos particulares ligados a distintas condiciones de deposición más que a la proximidad geográfica. De esta forma, se pueden producir ligeras diferencias en la textura y la composición dentro de un mismo depósito geológico dependiendo de su relación con otras formaciones adyacentes, en este caso, esencialmente con los depósitos margosos del Jurásico. No se registran procesos activos importantes en la zona, siendo únicamente destacables la caída de bloques calcáreos, procedentes de algunos escarpes, por inestabilidades de la ladera, así como la erosión del suelo en terrenos blandos con fuerte pendiente (Ruiz *et al.* 1977; ITGE 1990: 51; Duitama *et al.* 2004; Hein *et al.* 2004).

Este hecho ha podido ser constatado a partir de la composición mineralógica y granulométrica de las distintas arcillas. Existen grandes diferencias entre las distintas muestras asociadas a diferentes formaciones geológicas. Por un lado, se aprecia claramente en el diagrama ternario (Fig. 68), que las vetas de cada periodo aparecen bien distribuidas en función del porcentaje (normalizado al 100%) de filosilicatos, cuarzo y calcita que está presente en las muestras. Por otro lado, las dos muestras del Paleógeno (*Comellar de Sa Terra des Gerrers* y *Turó de les Abelles*), recogidas en la misma formación sedimentaria pero con una diferencia de 250 m de distancia, han mostrado fases mineralógicas así como tamaños de grano idénticos, situándose la moda del diámetro de partícula en ambas muestras en 4.44 μm . La escasa variación en la composición de estas arcillas del Cenozoico queda patente en otros estudios realizados en el Mediterráneo donde se apunta hacia unas condiciones de deposición muy similares incluso en zonas distantes entre sí (Hein *et al.* 2004).

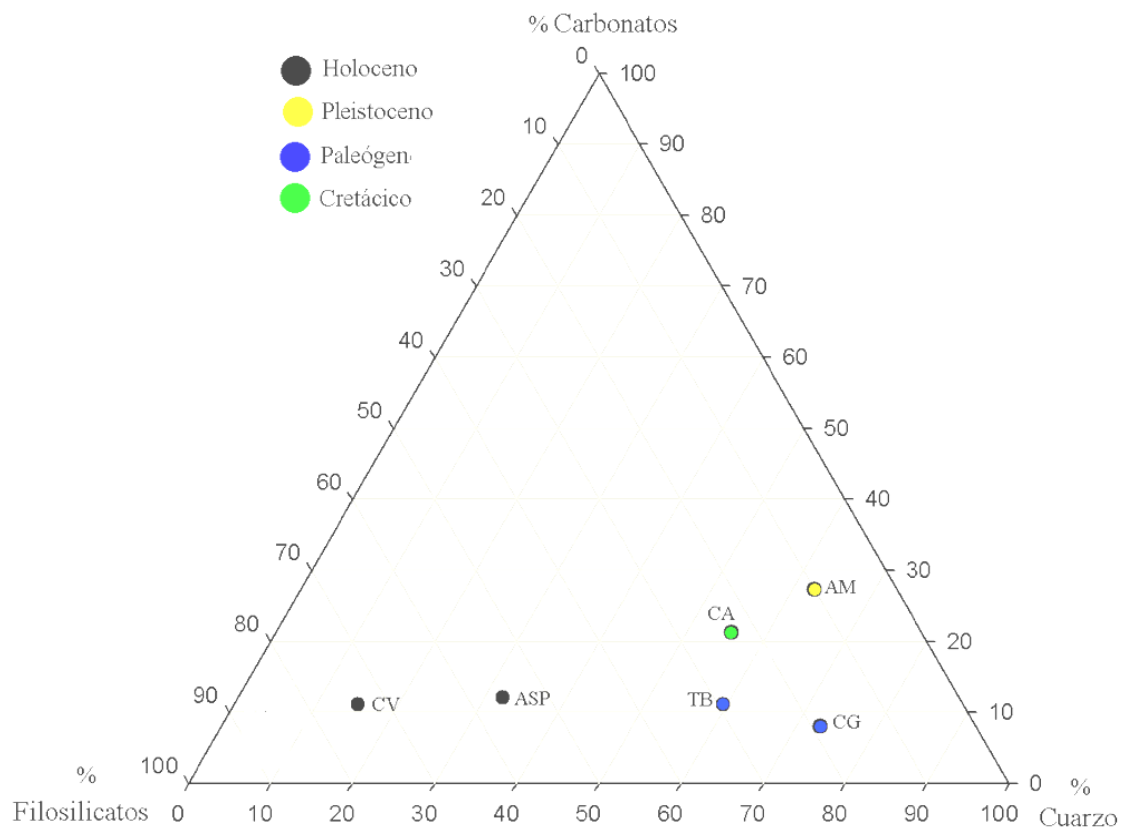


Figura 68. Diagrama ternario a partir de la composición mineralógica normalizada al 100% de las arcillas detectada mediante DRX. Los minerales citados representan más de un 95% de la composición total de las muestras (todas las muestras recogidas en superficie, CV = *Cala Vinyes*; ASP = *Albufera Santa Ponça*; TB = *Turó de les Abelles*; CG = *Comellar de Sa Terra des Gerrers*; AM = *Salobrar de Magalluf*; CA = *Cata Cretácico*).

9.2. Grado de adecuación de las arcillas a la producción cerámica.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la importancia del análisis mineralógico, textural y experimental en la caracterización de las materias primas y, por tanto, en el control de sus propiedades cerámicas (Martín-Martín 2006). A pesar que, desde el punto de vista de la ceramología actual, muchas de las arcillas disponibles en los territorios de los alfareros prehistóricos pueden considerarse de mala calidad por su baja plasticidad y por la alta proporción de carbonatos contenidos (Martineau *et al.* 2007), podemos asegurar que, al menos varios de los depósitos analizados, tienen la plasticidad y las cualidades necesarias para poder modelar un artefacto. De este modo, un depósito apto para moldeado será aquel que no requiera de alteraciones de la materia prima inicial para poder ser trabajado (Cuomo Di Caprio 1984: 41).

En este sentido, las arcillas sedimentarias, muy abundantes en Mallorca, suelen resultar bastante plásticas y fáciles de trabajar, además suelen contener de partida cierta cantidad de inclusiones así como materia orgánica. Estas condiciones favorables de este tipo de depósitos determinaron que, a menudo, alfareros de sociedades prehistóricas eligieran precisamente arcillas sedimentarias para la fabricación de sus piezas cerámicas (Gibson y Woods 1990: 33, 239).

Si bien las arcillas analizadas son, desde un punto de vista industrial, de una calidad cuestionable, se observa que el territorio prehistórico estudiado tuvo unos recursos arcillosos abundantes pero, al mismo tiempo, limitados. Se ha creído adecuado y útil realizar, por tanto, una clasificación y categorización de las arcillas estudiadas en función de sus cualidades y su relación potencial con la alfarería preindustrial (Cuadro 16). En este sentido, en base a estudios etnográficos sobre la percepción que realizan las personas de los suelos (Wilshusen y Stone 1990), se ha considerado suficientemente representativa una clasificación de los suelos arcillosos en dos categorías básicas: adecuado y no recomendado. Una vez completado el estudio analítico y experimental, se puede establecer el nivel de adaptación de las muestras para su aplicación en la producción cerámica en función de los resultados obtenidos.

9.2.1. Arcillas muy aptas.

9.2.1.1. *Turó de les Abelles/Comellar de sa Terra des Gerrers*: (Paleógeno).

Ambas muestras pertenecen al mismo depósito sedimentario y fueron recogidas en superficie, distan respectivamente 770 m y 550 m del núcleo de hábitat de *Puig de Sa Morisca*. Este depósito ha tenido un tratamiento analítico diferencial consistente en la realización de láminas delgadas y análisis químicos ya que tiene un alto grado de probabilidad de haber sido explotado por las comunidades que habitaron el poblado fortificado del *Puig de Sa Morisca* y el asentamiento del *Turó de les Abelles* por diversas razones:

a) Se hallan a menos de 1 km del yacimiento, constituyendo además el recurso de este tipo más cercano y abundante ubicado en su rango de explotación preferencial, donde se realiza la obtención prioritaria de materias primas (Arnold 2000; Livingstone-Smith 2007). Hay que considerar, junto a la variable “distancia”, la cantidad de materia prima que se requiere para desarrollar la producción (De Boer 1984). La cantidad a transportar no es la misma si hablamos de un engobe de aplicación casual o de la pasta base que va a servir para confeccionar el grueso de la producción cerámica así como piezas de gran tamaño. En el segundo caso, donde una gran cantidad de materia debe manipularse, el factor distancia aumenta en importancia a la hora de rentabilizar las acciones.

b) Las otras vetas prospectadas, situadas en este rango de distancia (< 1-1.5 km) resultaron no ser modelables o tener escasa potencia. Las únicas vetas con cierta calidad, situadas en este rango de distancia, son las obtenidas en niveles asociados a la albufera de *Santa Ponça*, tanto la extraída de la cata realizada y asociada al Cretácico como la vinculada a niveles del Holoceno. Posteriormente, se señalarán algunos aspectos que pudieron influir en la explotación de las arcillas presentes en esta localización, como su accesibilidad.

c) El topónimo *Comellar de sa Terra des Gerrers* podría estar indicando la utilización de este recurso en periodos históricos. El termino *gerrers*, muy extendido en Mallorca, se refiere de forma genérica al artesano que realiza un determinado tipo de piezas cerámicas. Son piezas, a menudo muy esbeltas, que en condiciones normales no van a exponerse al fuego como: jarras, cántaros, vajilla, etc. Estas características funcionales explican por qué se trabaja con un barro muy plástico y con cierta cantidad de carbonatos, ambos aspectos constatados en la arcilla analizada. Este topónimo aparece, por tanto, directamente relacionado con el lugar de obtención de materias primas vinculadas a este tipo de producción alfarera. La información oral nos remite a la probable utilización de este depósito, hasta fechas recientes, por parte de alfareros ya desaparecidos del pueblo de Calvià, localizado a 6 km de distancia del afloramiento (Coll 1997b). Finalmente, hay que añadir que, depósitos relacionados geológicamente con éste, fueron utilizados hasta el siglo XX para la fabricación de tejas, en la cercana zona de *Sa Teulera* en Paguera (Llabrés 1977: 89). También, para la confección de cerámica, como se documenta en la zona de *Son Muntaner* (Santa María) y *Cas Perelló* (ITGE 1991: 57).

Considerando estos datos, junto con las conclusiones obtenidas de los experimentos y los análisis, podemos sugerir que este tipo de depósitos, teniendo en cuenta la disponibilidad de la totalidad de recursos existentes en la zona, reúnen las características básicas para ser aptos para la producción de cerámica puesto que poseen un alto grado de plasticidad. Estas arcillas tienen una consistencia alta, los rulos mantienen las formas y además presentan cierta rigidez, son modelables sin necesidad de alterar el producto inicial (García Rosselló y Albero 2008; Albero y García Rosselló 2010).

Los análisis mineralógicos efectuados muestran que estas margas arcillosas tienen una matriz verde/marrón (LPP/LPX) óptimamente activa con alto contenido en filosilicatos como illita-moscovita, clorita y montmorillonita (60-72%). Ya se ha señalado que el tipo y la cantidad de minerales de la arcilla determinan, en amplia medida, el grado de plasticidad de las arcillas. Las muestras analizadas de esta veta, las que presentan mayores concentraciones en minerales de la arcilla, presentan una buena o muy buena plasticidad. Esta cualidad plástica, probablemente, está incrementada por la presencia de clorita y montmorillonita poco cristalizada formada por alteración hidrolítica de la illita en procesos de hidratación y deshidratación del sedimento. Estos procesos están constatados, documentalmente, desde al menos finales del siglo XVIII (Segura y Carrero 1990: 24).

Por un lado, el grano muy fino del sedimento y el alto grado de superficie específica de los minerales de la arcilla hacen que sea plástica e idónea para la fabricación de cerámica. Por otro lado, el índice de plasticidad de los filosilicatos aumenta a medida que disminuye el tamaño del grano, lo que puede favorecer la aparición de resquebrajamiento durante el proceso de secado y/o cocción si la arcilla no presenta de suficientes elementos no plásticos. Finalmente, el estudio de foraminíferos ha evidenciado un ambiente de deposición de elevada salinidad. Este hecho influye también, como se ha señalado, en la configuración de las arcillas proporcionando un sedimento más plástico y fácil de humectar (Linares *et al.* 1983).

Además de su alta plasticidad, una de las cualidades de esta arcilla, se relaciona con una gran capacidad para hidratarse y para retener el agua formando poros, tanto de carácter cerrado como abierto. Estas arcillas deben hidratarse en abundancia para minimizar su rigidez, propiciar su modelado y evitar fracturas durante la fase de secado como consecuencia de una mala distribución del agua.

La escasa cantidad de materiales no plásticos de granulometría gruesa, como cuarzos subredondeados y redondeados (5%) de 0.3 mm de diámetro máximo, indica que, junto con la arcilla, pocos limos y arenas finas conforman el depósito. Los carbonatos son abundantes y se componen, básicamente, de unos pocos fragmentos de rocas como calizas o areniscas calcáreas, microfósiles calcáreos, conchas y calcita micrita como cemento aportado en disolución. La alta cantidad de calcio ($\text{CaO} = 30\%$) no supone un problema, puesto que resulta tolerable que suponga hasta un tercio de la composición total de las arcillas utilizadas para la producción cerámica (Morales 2005: 191), especialmente si éste está distribuido homogéneamente en un tamaño de grano fino como el que se ha observado en las muestras.

Las calizas están muy alteradas y redondeadas por procesos fisicoquímicos, lo más común son las inclusiones anhedras de calcita micro-espática y micrita de hasta 1.8 mm de diámetro. Finalmente, se documentan inclusiones opacas rojas y marrones que deben relacionarse con la presencia de óxidos de hierro de carácter amorfo formados en la arcilla a temperatura ambiente (Capel *et al.* 2006; Livingstone-Smith 2007: 20). Fragmentos naturales de hierro han sido constatados en los suelos de este sedimento y otros cercanos. Este mineral, también ha podido documentarse en algunas cerámicas arqueológicas del *Puig de Sa Morisca* y el *Turó de les Abelles*. Su presencia en éstas se debe, probablemente, a que el óxido férrico estaba presente como inclusión en el material de origen (Camps y Vallespir 1998; Albero 2006; Albero y Andujar 2007; Albero 2007).

El alto grado de absorción de agua y de plasticidad observado en las muestras puede tener graves consecuencias para la fabricación de cerámica si se utiliza esta arcilla en bruto. Un alto porcentaje de plaquetas (40-60%) sufrió desconchados durante la cocción. Para facilitar su utilización y evitar el alto nivel de estrés que se deriva de la deshidratación de la arcilla es recomendable, que las piezas confeccionadas con esta arcilla estén bien secas antes de cocerse. Así mismo es aconsejable, para minimizar el estrés producido por la deshidratación preferencial a lo largo de la pared de la vasija, que la ascensión de la temperatura de cocción sea lenta, como se ha comprobado inferior a $8\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$. Las arcillas como ésta, finas y muy plásticas, suelen absorber más agua y, por tanto, presentan un secado más largo y un mayor encogimiento de la pasta al finalizar esta fase. También, son menos tolerantes a los cambios bruscos de temperatura por lo que deben cocerse en ambientes altamente controlados, como hornos con cámara (Schiffer y Skibo 1987; Gibson y Woods 1990; Neupert 2000).

Estos condicionantes técnicos que se derivan del uso de arcillas excesivamente plásticas pueden corregirse, bien eligiendo arcillas con más desgrasantes de partida o bien añadiéndolos directamente a la pasta utilizando otras arcillas más gruesas o desgrasantes (Rice 1984b; Schiffer y Skibo 1987; Gibson y Woods 1990: 24; Clop 2007: 320). En este sentido, en otras zonas del Mediterráneo, se constata, por ejemplo, la utilización de arcillas calcáreas del Neógeno mezcladas con arcillas rojas cuaternarias (Hein *et al.* 2004).

Debemos ser conscientes que los alfareros prehistóricos probablemente no fueron capaces de conocer y percibir, con la precisión que nos permiten las técnicas analíticas actuales, los distintos componentes que formaban las arcillas. Sin embargo, como varios estudios etnológicos han demostrado, seguramente pudieron asimilar las características de los materiales que tenían a su disposición así como evaluar su grado de adecuación a sus necesidades y posibilidades antes de proceder a su manipulación. En este sentido, se ha demostrado en diversos trabajos que resulta preferible, en muchas sociedades, la utilización de arcillas muy plásticas de partida por ser éstas más fáciles de trabajar. Ello se realiza a pesar de que estas mismas arcillas presentan problemas potenciales derivados del alto estrés que sufren durante el proceso de secado y cocción (Schiffer y Skibo 1987; Rice 1987: 53; Stark *et al.* 2000).

Las arcillas de este tipo serían altamente recomendadas para la fabricación de cerámicas, especialmente si se secan y cuecen adecuadamente y se corrigen sus defectos a partir de la alteración del sedimento original. Estas arcillas podrían adecuarse a la producción mediante la simple adición de desgrasante, pero también podrían funcionar adecuando ciertas fases del proceso de manufactura por ejemplo aumentando el tiempo de secado o realizando un precalentamiento y una ascensión de temperatura de cocción más lenta. Estas acciones reducirían igualmente el alto índice de estrés derivado de la contracción de la pasta ante el calentamiento de la muestra (Schiffer y Skibo 1987).

Finalmente, podemos argumentar que este tipo de arcillas, dada su característica textura fina y alta cualidad plástica, habrían podido funcionar bien y sin requerir de un especial tratamiento en la realización de coberturas plásticas destinadas a homogeneizar e impermeabilizar las superficies de las piezas. Podrían haberse utilizado para realizar enjuagados con arcilla y la aplicación de engobes ya que este tipo de materiales se caracterizan por presentar un alto porcentaje de arcilla y un número muy reducido de inclusiones (Echalier 1984).

En definitiva esta arcilla presenta prácticamente todas las características básicas para que sea aceptable su utilización en la producción cerámica “*Good clay had to be easily accesible, relatively clean, free from impurities or foreign matter such a stones or vegetation, and of a suitable colour. It also had to be sufficiently plastic to enable it to be moulded and worked, and able to withstand the heat of the fire without collapsing.*” (Cooper 2002: 13).

9.2.1.2. Cata de la albufera de *Santa Ponça*: Cretácico.

En primer lugar, hay que señalar que la localización y caracterización de este depósito ha permitido aumentar significativamente el número de recursos arcillosos disponibles en la zona que podrían haberse utilizado potencialmente en la producción cerámica. Se trata de una arcilla que presenta algunas características similares con las anteriores, puesto que ambas evidencian un ambiente de deposición relativamente semejante, de fondo marino.

De esta forma, a pesar de que se observan diferencias en los contenidos de cuarzo, esta muestra presenta una alta cantidad de minerales de la arcilla y una granulometría del sedimento muy fino, predominando arcillas y limos sobre las arenas. Además, no se observaron arenas gruesas ni gravas. Después de las muestras del Paleógeno, este caso se correspondería con las arcillas de tamaño de grano más fino y con una elevada plasticidad.

Estas cualidades se reflejan, en comparación con otras muestras menos plásticas, en un elevado índice de absorción de agua y de porosidad. A pesar de que estas muestras mostraron, durante la fase de cocción, una elevada pérdida de peso la amplia mayoría de plaquetas sobrevivió a este proceso. Se trata de un sedimento que se ha comportado bien durante toda la fase experimental donde se obtuvo un 75% de éxito con la arcilla en bruto. Al igual que en el caso anterior, los fallos se produjeron durante la fase de cocción, básicamente consisten en desconchados que afectaron gravemente a las piezas.

Se trata de una arcilla gris macroscópicamente y de color marrón oscuro (XPL) en lámina delgada, con una rica matriz arcillosa con calcita micrita en los poros y algunos foraminíferos y óxidos opacos que se distingue mineralógicamente por una menor cantidad de calcita (11%) que está presente en forma de micrita. Destaca también la ausencia de rocas calcáreas.

El anti-plástico principal consiste en escaso cuarzo (5%) de tamaño muy pequeño que apenas supera las 100 μm de morfología subredondeada y redondeada. También se observa alguna laminilla de moscovita del mismo tamaño que el cuarzo. Ésta habría sido, por tanto, una arcilla óptima para desarrollar la producción de cerámica.

9.2.2. Arcillas aptas.

9.2.2.1. Albufera de *Santa Ponça* (Holoceno).

Son muestras que, a pesar de tener una plasticidad sensiblemente menor, han mostrado excelentes resultados en los estudios experimentales realizados. Un 100% de las muestras sobrevivió con éxito a la totalidad del proceso. Este alto nivel de éxito se debe a una adecuada proporción de arcillas y inclusiones en la pasta, que permite minimizar las tensiones que se producen durante una ascensión rápida de la temperatura. A pesar de la baja cantidad de filosilicatos (42%) que ha mostrado esta arcilla en relación a otras localizadas, se puede considerar que a partir de un 35% de minerales de la arcilla el sedimento dispondrá de cierta plasticidad y puede ser, por tanto, potencialmente utilizable para la producción cerámica. La menor cantidad de minerales de la arcilla así como la menor incidencia de la fracción arcilla en el sedimento, explicarían también que esta arcilla presente índices menores de agua de absorción y de porosidad abierta, factores detectados también en las piezas cocidas.

La alta cantidad de carbonatos y la abundante presencia de inclusiones reducen la plasticidad de la pasta, aunque la alta proporción de materia gruesa puede generar también dificultades durante el modelado, especialmente a la hora de unir los rulos de arcilla (Martineau *et al.* 2007). La presencia de abundantes limos y arenas finas reduce la contracción y la rápida pérdida de peso de la pasta durante las fases de secado y cocción, evitando que las piezas se agrieten.

A pesar de presentar una alta cantidad de desgrasante (58%), esencialmente calcita (42%), el grado de plasticidad aceptable de la arcilla testada se explica también porque la calcita constituye un material blando que no ofrece una excesiva resistencia mecánica. Dada su solubilidad, resulta habitual hallar calcita cementando a otros componentes minerales y actuando como anti-plástico en las pastas crudas. Además, cierta cantidad de calcita puede ser deseable ya que, ésta favorece el secado de la pieza y disminuye la contracción de la pasta, minimizando el riesgo de fracturas también durante la cocción (Linares *et al.* 1983; Echallier 1984: 14; Maniatis 1984; Livingstone 2007: 21-22; Maritan *et al.* 2007).

Finalmente, hay que señalar que, al contrario que en casos anteriores, la presencia de abundante material grueso, como gravas detectables macroscópicamente, haría necesaria la purga intensiva del sedimento, especialmente si éste va a ser utilizado como aplicación arcillosa de superficie. A diferencia de los anteriores sedimentos, estas arcillas serían utilizables en bruto para la producción cerámica, incluso aplicando cocciones con curvas de calentamiento relativamente rápidas (> 8 °C/min). Para la utilización de esta arcilla como materia prima no sería necesaria ni recomendable la mezcla con otras materias más gruesas puesto que la introducción de más desgrasante mineral podría resultar perjudicial para la pasta, reduciendo drásticamente su plasticidad. Concluir señalando que, no se puede dejar de contemplar la utilización de esta arcilla como un producto especialmente apto y potencialmente aplicable como material de relleno a otras arcillas que sí presentan una elevada plasticidad.

9.2.3. Arcillas poco aptas.

9.2.3.1. *Salobrar de Magalluf* (Pleistoceno).

Son muestras de plasticidad media, esta diferencia de plasticidad parece relacionada en parte con una mayor cantidad de cuarzo (19%) y en menor grado con una cantidad moderada de calcita (25%). La cantidad de filosilicatos es alta (60%) y son muestras con una textura limo-arcillosa por lo que tienen cierta consistencia. Se puede formar un rulo pero éstos se agrietan o fracturan durante la fase de secado, independientemente de la proporción de agua introducida en la mezcla (García Rosselló y Alberó 2008; Alberó y García Rosselló 2010).

Este comportamiento puede asimilarse a un mayor tamaño de grano y de superficie específica de los minerales de la arcilla, a la ausencia de minerales expandibles y a una alta cantidad de material de relleno no plástico, como el cuarzo, que proporciona cierta resistencia mecánica a la pasta. De esta forma, las muestras experimentales realizadas con estas arcillas fueron las que mostraron una mayor probabilidad de fracaso durante el proceso de secado (40% con grietas) y cocción (50% con fracturas). En algunas de estas muestras, las grietas aumentan en tamaño durante la cocción, mientras que en otras, se mantienen igual. Las plaquetas que sobrevivieron a la totalidad del proceso experimental se mostraron aptas y resistentes a la inmersión en agua. Se trata, por tanto, de una materia prima que ofrece una alta probabilidad de fracaso.

Se documenta la presencia de algunas gravas y arenas gruesas, además de abundante materia orgánica. Por otro lado, los análisis experimentales han mostrado una arcilla con escasa capacidad para absorber y retener agua, así como para formar poros en su interior. Este hecho provoca que, la reducción de volumen y peso se produzcan en un corto periodo de tiempo ocasionando un alto grado de estrés que provoca la aparición de fracturas durante la fase de secado y cocción. Los datos expuestos surgieron que esta arcilla no presenta las características básicas para modelar piezas cerámicas. La presencia de abundante material grueso, detectable macroscópicamente, haría necesaria además la purga intensiva del sedimento, siendo recomendable la realización de un tamizado previo a su utilización. Por otro lado, no se puede dejar de contemplar la utilización de esta arcilla rojiza como un producto potencialmente aplicable como material de relleno a otras arcillas que presentan una mayor plasticidad.

Finalmente, existe la posibilidad de que la adición de determinados desgrasantes, como la materia orgánica, que cohesiona la pasta y resulta rica en celulosa, aumenten el grado de absorción de agua en la pasta. La materia orgánica puede absorber agua hasta multiplicar cuatro veces su peso, lo que podría haber corregido las deficiencias observadas en estas arcillas de menor calidad. De este modo, la adición de materia orgánica puede contribuir a aumentar la plasticidad de sedimentos poco aptos (Shepard 1965: 52-53; London 1981; Schiffer y Skibo 1987; Maritan *et al.* 2006).

9.2.3.2. *Cala Vinyes* (Holoceno).

Se trata de estratos de calizas margosas formadas durante el periodo cuaternario. Son muestras no plásticas que tienen una consistencia baja, aunque con gran esfuerzo se puede formar un rulo no se puede modelar un lazo (García Rosselló y Albero 2008; Albero y García Rosselló 2010). La escasa plasticidad de este tipo de arcilla viene determinada por su baja cantidad de minerales de la arcilla (27%), en cambio, en esta veta, se observa una cantidad muy alta de calcita (75 %). Como vemos, una arcilla con pocos filosilicatos y mucha calcita será imposible de modelar ya que carecerá de la plasticidad suficiente (Maniatis 1984; Maritan *et al.* 2007).

En este sentido, algunos autores surgieron que, desde el punto de vista del ceramista, es poco deseable el uso de arcillas altamente calcáreas ya que carecen de plasticidad. La carencia de esta cualidad se explica por la cantidad alta de carbonatos, tanto formando parte de la escasa matriz arcillosa como en las fracciones más gruesas. Como se ha comprobado, en estos casos, la gran proporción de desgrasante puede causar grandes problemas durante el modelado, especialmente cuando se intentan unir los rulos (Martineau *et al.* 2007).

Este tipo de sedimentos muy calcáreos pudieron no destinarse, por tanto, a la fabricación de cerámica, sin embargo, resultan útiles para la realización de otros artefactos arcillosos que requieren de una escasa plasticidad de la materia prima para su elaboración y que no van a exponerse al fuego. En este sentido, se puede plantear la utilización de sedimentos de este tipo para realizar impermeabilizaciones con barro sobre cubiertas con entramado vegetal o para la creación de adobes para la construcción de estructuras arquitectónicas. De este modo, como se comentará posteriormente, en la alfarería actual, este tipo de tierras excesivamente calcáreas y poco plásticas se suele destinar a la fabricación de material de construcción.

Cuadro 16. Resumen de las características principales de las distintas arcillas testadas y analizadas.

	<i>Turó de les Abelles</i>	<i>Comellar de sa Terra des Gerrers</i>	<i>Salobrar de Magalluf</i>	<i>Cata Cretácico</i>	<i>Albufera de Santa Ponça</i>
Mineral principal	Calcita	Calcita	Cuarzo	Cuarzo	Calcita
Filosilicatos	Ilita/clorita/esmectita	Ilita/clorita/esmectita	Ilita/clorita	Ilita/clorita	Ilita
Granulometría Principal	Arcilla y limo	Arcilla y limo	Limo y arena	Limo	Arena y limo
Inclusiones Gruesas (> 2 mm)	Raras	Raras	Frecuentes	Raras	Frecuentes
Presencia de Foraminíferos	X	X	-	X	X
Plasticidad	Muy plástica	Muy plástica	Poco plástica	Muy plástica	Plasticidad media
Aplicación Requerida	Apta, inclusión desgrasante curva de cocción lenta	Apta, inclusión desgrasante curva de cocción lenta	No apta, Tamizado ¿Materia vegetal?	Apta inclusión desgrasante curva de cocción lenta	Apta Tamizado

9.3. Discusión.

El trabajo que se ha realizado en este capítulo ha permitido abordar la localización, la disponibilidad, la composición y el comportamiento de las arcillas del hinterland del Poblado de *Puig de Sa Morisca*. El análisis de muestras de estas vetas ha permitido caracterizar mediante estudios mineralógicos, granulométricos y experimentales la gran variabilidad cualitativa y cuantitativa de la composición así como las cualidades de los sedimentos arcillosos del área de captación. Podemos afirmar, que los recursos de alta calidad disponibles para los ceramistas locales no están uniformemente distribuidos por el territorio y se sitúan claramente restringidos a un área determinada, en la que se produce una mayor concentración de yacimientos y una mayor densidad del control visual del territorio, tanto en época Talayótica como Postalayótica (Calvo 2009; Calvo *et al.* 2009).

Las variaciones entre los sedimentos se relacionan, fundamentalmente, con la presencia de minerales de la arcilla, la cantidad de carbonatos y cuarzo así como el tamaño del sedimento. En este sentido, la cantidad y tipo de filosilicatos, minerales accesorios y la granulometría observada determinarán en gran parte las propiedades de la arcilla para ser modelada, secada y sometida al fuego. De esta forma, los resultados obtenidos a partir de estas analíticas han permitido entender mejor las conclusiones obtenidas en los estudios experimentales y sentar las bases para poder realizar futuras comparaciones entre los materiales arqueológicos y los recursos disponibles. Estas diferencias composicionales tienen su expresión, como hemos comprobado experimentalmente, en términos de propiedades y cualidades físicas de las muestras que, finalmente, tienen su translación en usos sociales potenciales.

Las conclusiones obtenidas permiten afirmar que existen varias fuentes de arcilla en el área de captación de las comunidades que se asentaron en la zona. Estas vetas de arcilla muestran diferencias importantes en cuanto a su composición, en menor medida, se documentan pequeñas variaciones entre muestras de un mismo depósito. Algunas de estas canteras de arcillas serían aptas para la fabricación de cerámica y otros artefactos, por tanto, fueron probablemente utilizadas y manipuladas.

Por otra parte, los análisis también han permitido descartar la utilización de otras vetas aparentemente aceptables para la fabricación de cerámica pero que, finalmente, han resultado poco plásticas y muy cálcicas. Tal vez este tipo de depósitos pudieron haberse utilizado para desgrasar otras arcillas más plásticas o, para la realización de una cultura material arcillosa no cerámica.

Las arcillas que se han revelado más aptas para la producción se corresponden con varios filones formados durante el Cretácico, el Cenozoico y el Holoceno, aunque se constatan amplias diferencias en su grado de plasticidad y en su comportamiento. De la formación del Paleógeno, de color ocre-gris, se han analizado dos vetas situadas a menos de 1 km del hábitat fortificado de *Puig de Sa Morisca*. Estas arcillas también están relacionadas con otros yacimientos que se asientan directamente sobre esta formación geológica. La primera muestra se sitúa en el yacimiento del *Turó de les Abelles*, ocupado durante el Postalayótico (Camps y Vallespir 1998). La segunda, se ha recogido en el lugar llamado *Comellar de sa Terra des Gerrers*, donde también se ubica el yacimiento *Santa Ponça 5* relacionado directamente con el *Puig de Sa Morisca* (Calvo 2002).

Ya se ha comentado que, coincidentemente, este topónimo tiene relación directa con la actividad alfarera. Por otra parte, ambas vetas de arcilla se encuentran sólo entre 500 y 1000 m de distancia del *Puig de Sa Morisca*. Esta proximidad, permite pensar que, seguramente y en caso de ser explotadas, estas vetas tendrían un uso prolongado en el tiempo. Por el contrario, el resto de muestras aptas para alfarería se han documentado a cotas más bajas, probablemente formarían parte del lecho de la albufera por lo que a pesar de sus cualidades óptimas habrían resultado potencialmente poco perceptibles, accesibles y, por tanto, no disponibles.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS DE MATERIALES ARQUEOLÓGICOS: CERÁMICAS Y OTROS ARTEFACTOS CERÁMICOS

Introducción.

Una vez explicados los objetivos del trabajo, los distintos métodos y técnicas utilizados para abordarlos, y después de haber realizado una primera aproximación al área de estudio y los recursos arcillosos disponibles en el territorio, en este capítulo se va a abordar, ya en profundidad, el análisis de los materiales propiamente arqueológicos. De este modo, se ha procedido a la obtención de un amplio *corpus* de datos con la finalidad de responder a unas preguntas arqueológicas concretas. Esta fase del trabajo es absolutamente necesaria dada la naturaleza de la disciplina arqueológica, que trata de aproximarse a las sociedades humanas a través de su registro material y la reflexión acerca del mismo (Dobres y Hoffman 1994; Lull *et al.* 1999; Jones 2004).

Por un lado, se procederá a exponer de manera individual los resultados obtenidos de los distintos análisis: mineralógicos, petrográficos, químicos y texturales, etc., efectuados, tanto sobre cerámicas como sobre otro tipo de artefactos arcillosos. En todo caso, ambos tipos de artefactos, dada su distinta naturaleza, serán tratados de forma separada. También se procederá a exponer los rasgos que tienen en común los distintos artefactos y se señalarán las agrupaciones de diversa índole que se pueden establecer con las técnicas aplicadas desde las distintas disciplinas. Por otro lado, se ha incluido, en esta parte del análisis centrado en la caracterización de los materiales, una valoración de las posibles alteraciones postdeposicionales que pueden haber influido en la composición de los artefactos y, por tanto, en las diversas agrupaciones establecidas.

Por otro lado, se ha realizado una evaluación integrada de los datos y de las agrupaciones que se han establecido mediante las distintas técnicas. Ello ha permitido realizar una categorización taxonómica de la totalidad del registro cerámico analizado en base a una amplia diversidad de variables. Esta aproximación hace posible iniciar, posteriormente, la interpretación de los rasgos tecnológicos de las cerámicas, realizar agrupaciones tecnológicas formalmente coherentes y establecer así un “marco base” que permita abordar aspectos que van más allá de la propia materialidad de las cerámicas. Estos últimos fenómenos serán abordados en capítulos posteriores. A continuación, nos centraremos sólo en los materiales, situando el estudio de las personas y los individuos en un segundo nivel. Hay que señalar que esta fase del trabajo es esencialmente descriptiva: se analizan y describen pastas, y se realiza básicamente un estudio de las diferencias y las semejanzas existentes en el registro (Van As 1984; Mannoni 2007).

10. ANÁLISIS QUÍMICO MEDIANTE FLUORESCENCIA DE RAYOS X.

A continuación se procede a exponer los resultados obtenidos del análisis químico de las cerámicas mediante Fluorescencia de Rayos X (FRX), empleando la metodología expuesta en el capítulo anterior (Tablas 5-8). Por un lado, se presenta el comportamiento general de los datos a partir de análisis exploratorios y univariantes. Por otro lado, se va a definir la Matriz de Variación Composicional (MVC) y se van a realizar análisis estadísticos multivariantes con el objetivo de definir los Grupos de Referencia Composicional en los que se pueden clasificar los individuos de los distintos yacimientos. Este procedimiento se va a realizar con los datos químicos obtenidos a partir del análisis de 104 piezas cerámicas del *Puig de Sa Morisca* ($n = 50$), el *Turó de les Abelles* ($n = 37$) y *Closos de Can Gaià* ($n = 17$). Posteriormente, al final del proceso, estos resultados y los Grupos de Referencia obtenidos serán comparados formalmente con los obtenidos de la investigación arqueométrica centrada en la composición química, petrológica y mineralógica que están realizando el Dr. M. A. Cau y la Dra. E. Tsantini sobre materiales del turriforme escalonado de *Son Ferrer*.

Finalmente, señalar que se han incluido en los análisis químicos algunos materiales arcillosos que no se corresponden propiamente con cerámicas arqueológicas. Este tipo de materiales no se han considerado en el análisis exploratorio de los datos, más centrados en observar tendencias composicionales dentro de las propias cerámicas. Sin embargo, sí se han tenido en cuenta a la hora de establecer la variabilidad del registro y de realizar un análisis multivariante con los datos. Su análisis junto a las cerámicas resulta interesante en esta fase aglomerativa del estudio; de este modo, podemos observar qué tendencias siguen este tipo de materiales, formalmente divergentes, respecto a otros tipos de artefactos, como son las propias vasijas cerámicas.

10.1. Análisis bivariante.

Antes de iniciar la exploración multivariante de los datos se va a realizar una primera aproximación a la composición química del conjunto cerámico mediante otras técnicas estadísticas más simples y muy utilizadas en los años 80 (Tsantini 2007). En este sentido, se han explorado las posibles relaciones que pudieran existir entre cada una de las variables mediante análisis bivariado y se ha establecido la robustez de estas relaciones a partir del cálculo de la covarianza mediante el coeficiente de correlación r de Pearson. Este tipo de análisis nos muestra si el comportamiento entre dos variables está interrelacionado. Una correlación positiva nos indica que cuando un valor aumenta el otro también lo hace, en cambio, una correlación negativa nos indica que cuando un valor asciende el otro disminuye; finalmente, si el valor r obtenido es igual a 0 significa que no hay correlación entre los datos de ambas variables. Se ha utilizado el valor 0.75 para considerar que existe una relación robusta entre las variables (Shennan 1992; Tsantini 2007).

Los datos obtenidos de las cerámicas no deben analizarse sin tener en cuenta efectos de correlación, ya que a menudo lo que distingue a distintas arcillas o pastas no son los valores absolutos de los elementos, sino la correlación existente entre pares de ellos. Estas asociaciones químicas son, en ocasiones, reflejos de aspectos tecnológicos o de diferentes fuerzas geoquímicas actuando sobre un depósito de arcilla como resultado de su ambiente de deposición. Este tipo de asociaciones elementales, poco explotadas en arqueología, ayudan a conocer comportamientos generales en el conjunto de los datos y permiten iniciar el análisis multivariante de los datos con cierta información de partida que puede ser relevante para la interpretación del registro (Pollard y Heron 1996: 132; Schneider y Daszkiewicz 2006).

En este sentido, se han constatado varias correlaciones negativas interesantes (Fig. 69a y b), por un lado, entre el CaO y SiO₂, (r Pearson = -0.910, n = 104, significación 0.99), por otro, entre CaO y Al₂O₃ (r Pearson = -0.815, n = 104, significación 0.99). Como se verá posteriormente, el estudio petrográfico a puesto en consideración que una gran parte del registro analizado presenta calcita cristalina añadida como desgrasante en cantidades que pueden llegar a ser muy altas.

En conjuntos de datos cerrados (Tsantini 2007) esta adición tiene como efecto inmediato la reducción de los valores de Al_2O_3 y SiO_2 , directamente relacionados con los filosilicatos o minerales de la arcilla que componen la cerámica. Como se ha señalado posteriormente, se ha podido comprobar, en la semicuantificación de las fases minerales registradas mediante DRX, que existe también una correlación negativa entre la cantidad de filosilicatos y de calcita que contienen las muestras (Fig. 70a). La adición de este desgrasante habría revertido, por tanto, en un registro porcentual más bajo de los minerales adscritos a la matriz arcillosa. En pastas como las analizadas, con normalmente muy poco cuarzo, la cantidad de aluminio y silicio deben relacionarse, principalmente, con la cantidad de filosilicatos que contiene la muestra. Podemos señalar, entonces, que existe una relación en las muestras motivada por factores tecnológicos, en lo referente a las concentraciones de algunos elementos mayoritarios como CaO , Al_2O_3 y SiO_2 (Fig. 71).

Se ha observado, en consonancia con otros estudios (Capel 1983), una correlación positiva significativa (r Pearson = 0.774, $n = 112$ ⁹⁵, significación 0.99) entre los niveles de CaO obtenidos en los análisis químicos de FRX y los de calcita obtenidos mediante DRX. Este aspecto indica que la cantidad de CaO observado en las piezas está en clara conexión con el contenido de calcita en las muestras. Este aspecto deberá tenerse por tanto en cuenta a la hora de explicar las causas de que provocan diferencias entre las agrupaciones constatadas a partir de técnicas multivariantes.

Si bien el análisis de estos elementos mayoritarios ha proporcionado interesante información tecnológica, éstos suelen ser poco relevantes a la hora de dilucidar el origen geoquímico de las piezas. Normalmente, las concentraciones de óxidos minoritarios y elementos traza suelen proporcionar más información a tal efecto (Mommsen 2004). De este modo, resulta importante señalar que existe una correlación positiva (Fig. 70b) entre las concentraciones de Fe_2O_3 y TiO_2 .

⁹⁵ Este análisis incluye las muestras analizadas en este trabajo mediante DRX de *Son Ferrer* así como los datos disponibles de los análisis de FRX de las piezas de este yacimiento realizado por el Dr. M. A. Cau y la Dra. E. Tsantini (e. p.).

Otros estudios sobre sedimentos arcillosos (Galvao *et al.* 2001), han podido constatar que, al igual que en nuestro caso, hay una correlación significativa (r Pearson = 0.835, $n = 104$, significación 0.99) entre los niveles de TiO_2 y Fe_2O_3 que deben relacionarse con la incidencia que tienen los minerales pesados y los óxidos opacos en los sedimentos.

En la representación de la correlación existente entre ambas variables en un gráfico de dos dimensiones, observamos como una curva de regresión cúbica se ajusta mucho mejor a los datos que una curva de regresión lineal. Ello indica un comportamiento peculiar de ambas variables, puesto que a medida que se incrementa TiO_2 también lo hace Fe_2O_3 . Sin embargo, a partir de un 4% de titanio se observa una disminución del Fe_2O_3 . La mayor o menor presencia de estos minerales opacos puede ser indicativo de la utilización de distintas materias primas. De este modo, debemos ser conscientes que gran parte del registro analizado, puede estar determinado por las cantidades que presentan de estos dos elementos químicos.

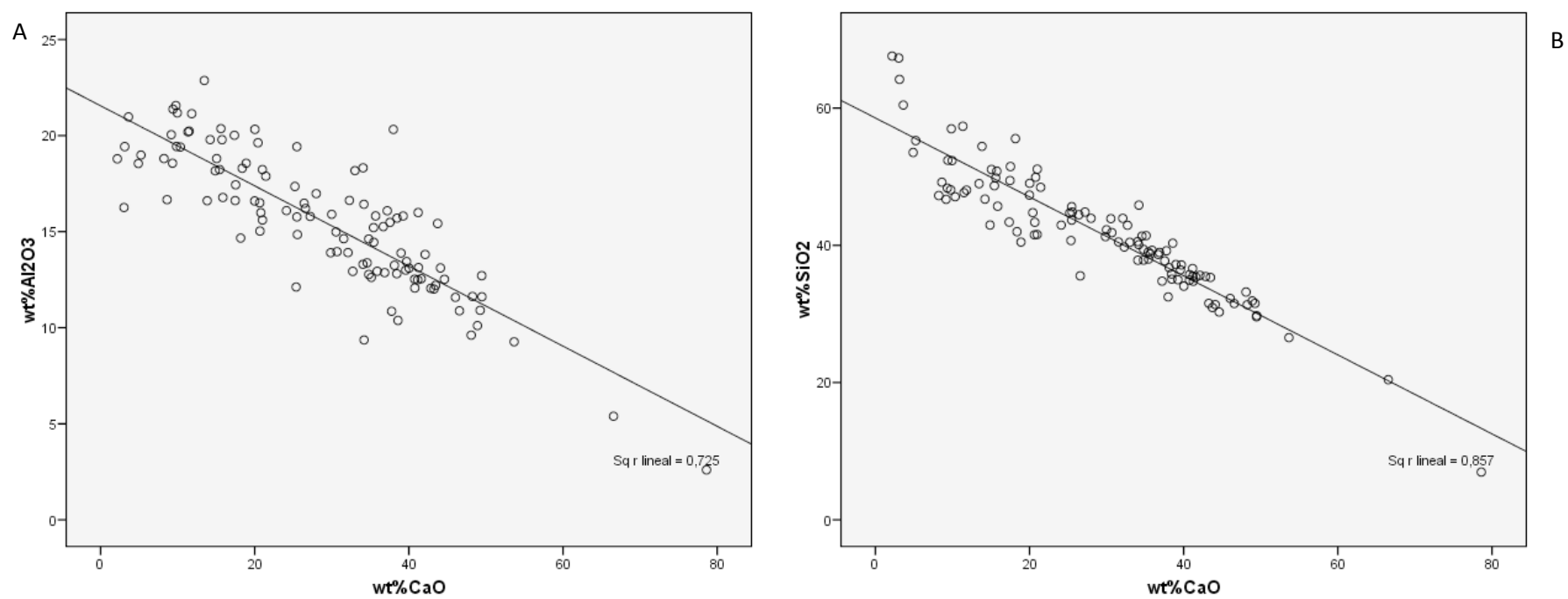


Figura 69. A) Correlación entre %CaO y %Al₂O₃ (r Pearson = -0.815, n = 104, significación 0.99). B) Correlación entre %CaO y % SiO₂ (r Pearson = -0.910, n = 104, significación 0.99).

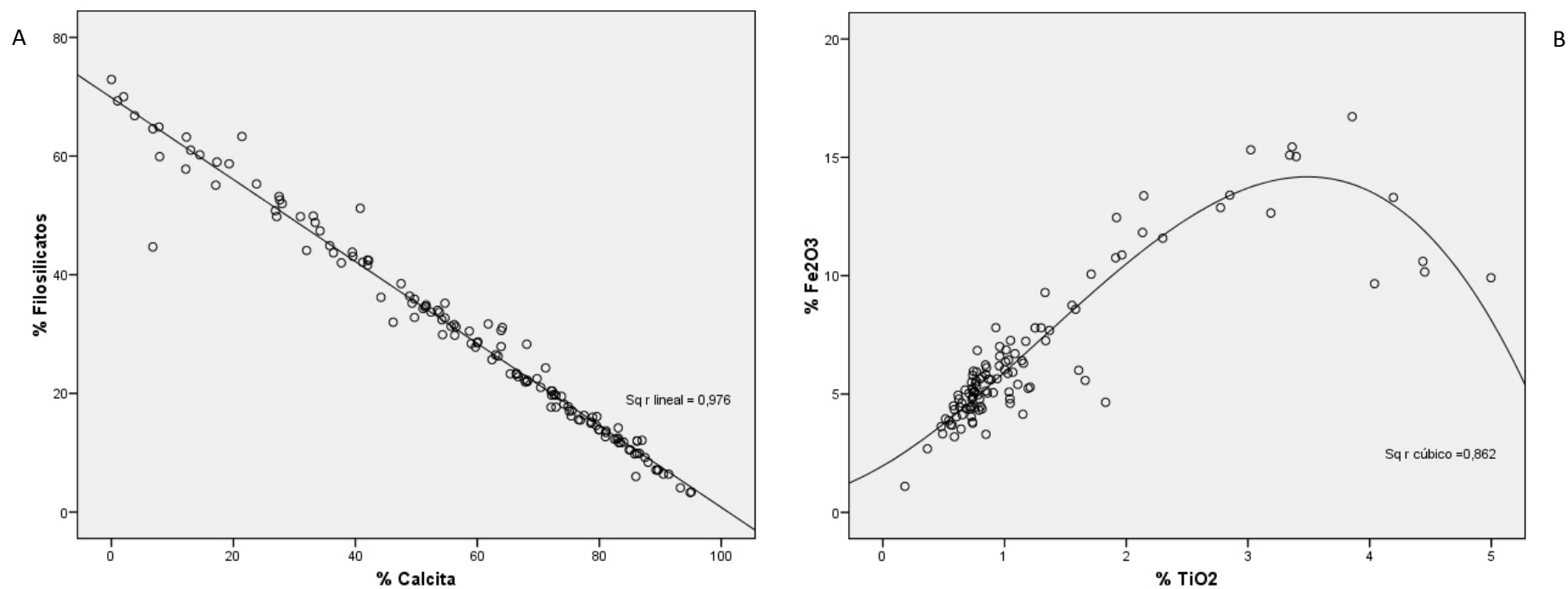


Figura 70. A) Correlación entre % Calcita y % de Filosilicatos (r Pearson = -0.98; n = 135; significación 0.99). DRX sobre muestra total, fases semicuantificadas utilizando el método *RIR* normalizado. B) Correlación entre % Fe₂O₃ y % TiO₂ (r Pearson = 0.835, n = 104, significación 0.99).

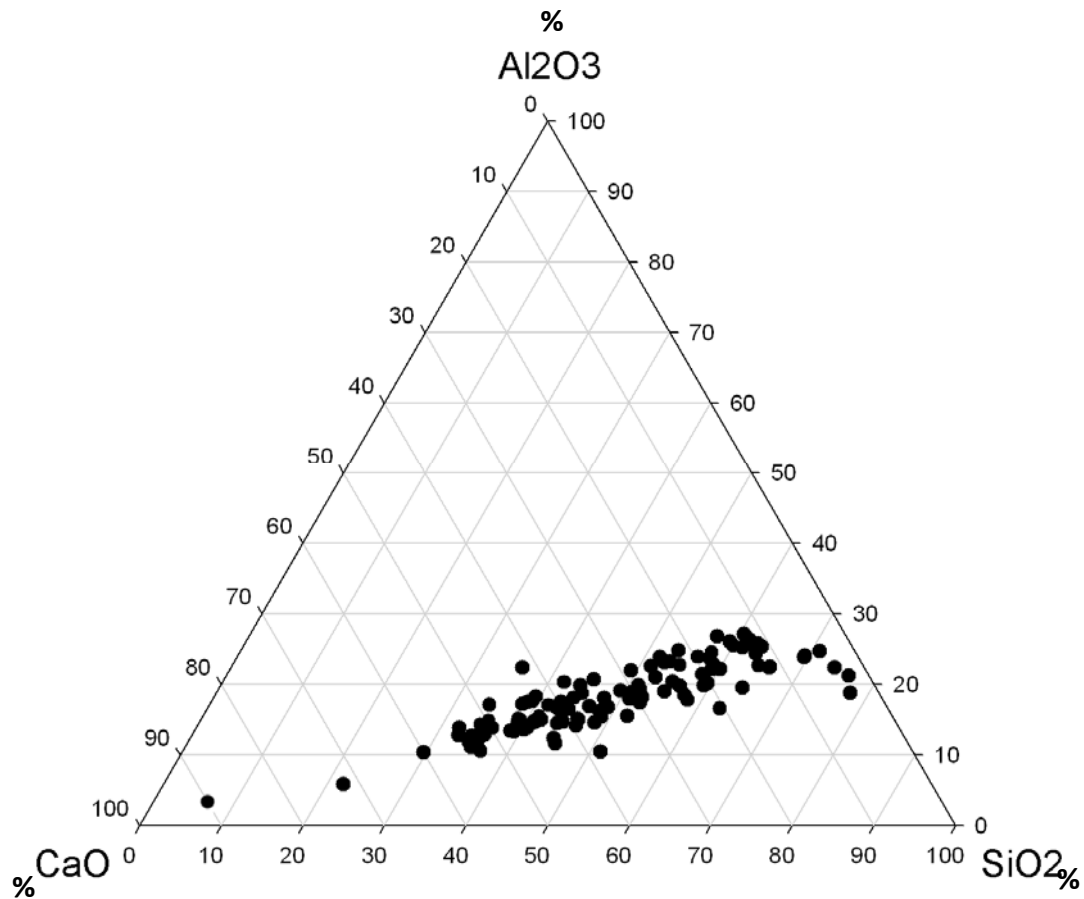


Figura 71. Diagrama ternario mostrando la dispersión del conjunto cerámico en función del % de elementos mayoritarios: CaO-SiO₂-Al₂O₃.

10.2. Análisis multivariante.

Hay dos aspectos importantes a la hora de realizar el estudio de los datos químicos. Por un lado, hay que identificar los elementos químicos que varían más entre los individuos analizados, por otro, hay que determinar la variabilidad existente entre los distintos individuos. Como ya se señaló, en los estudios multivariantes rara vez se suelen considerar los márgenes de error elemental en los distintos elementos. En este sentido, existen desfases en la desviación estándar de los distintos elementos que pueden influir en las agrupaciones realizadas con Análisis de Componentes Principales y Análisis de Conglomerados Jerárquicos, donde a cada concentración se le otorga el mismo peso. Para evitar este desfase es recomendable considerar los márgenes de error de forma individual a la hora de realizar agrupaciones de modo que los elementos que presentan un comportamiento heterogéneo no distorsionen las agrupaciones (Mommsen 2004).

Para realizar el estudio multivariante de los datos se ha calculado la variación composicional que existe en el conjunto de los datos a partir del cálculo de la *Matriz de Variación Composicional* (MVC)⁹⁶. Esta matriz proporciona la información necesaria para calcular la variabilidad en los datos químicos, ya que incluye tanto la variación total, como el grado de variabilidad introducido por cada elemento químico dentro del conjunto de los datos. La variación total (vt) cuantifica la variación en un conjunto de datos. Cuando esta variación es alta ($vt > 0.3$), el conjunto analizado no puede considerarse químicamente monogénico, sino poligénico. Una composición química poligénica resulta indicativa de una composición química heterogénea, donde, probablemente, existe más de una producción definible. En el caso que el conjunto de los datos muestre una composición química heterogénea hay que comprobar, en primer lugar, que esta heterogeneidad no es debida a la presencia de alteraciones y contaminaciones postdeposicionales, producidas durante la fase de enterramiento.

Por el contrario, una variación baja ($vt \leq 0.3$) representa producciones altamente normalizadas. Esta escasa variación composicional suele ser habitual en algunas producciones altamente estandarizadas, como las de cerámica a torno romana, ibérica, púnica, etc. (Buxeda 1994; Cau 1997; Buxeda y Cau 1997; Tsantini 2007; Martínez Ferreras 2008), contrastando enormemente con las altas variaciones típicas producciones de cerámica a mano características de época prehistórica (Spataro 2002). Sin embargo, en la cerámica analizada en este trabajo predominan los individuos calcáreos o muy calcáreos, son casos donde las variaciones de CaO en las fuentes de origen pueden presentar variaciones significativas. En este tipo de producciones una variación total relativamente alta ($vt = 0.6-0.7$) podría indicarnos también la existencia de una producción o un Grupo de Referencia (Cau y Tsantini e. p.).

⁹⁶La elaboración de la Matriz de Variación Composicional y el establecimiento de Grupos de Referencia Composicional se han realizado en colaboración con el Dr. M. A. Cau y la Dra. E. Tsantini (*Equip de Recerca Arqueomètrica de la Universitat de Barcelona*).

Para el análisis estadístico multivariante se han considerado, normalizados a 100%, los elementos químicos MgO, Al₂O₃, SiO₂, K₂O, CaO, TiO₂, Fe₂O₃, Zn, Rb, Sr y Zr, debido, principalmente, a que el resto de variables o elementos presentaban varios valores perdidos o bien podían estar contaminados. Por un lado, los valores perdidos (*missing values*), observados en elementos como el ytrio o el manganeso, desvirtúan la MVC así como las agrupaciones realizadas con el análisis multivariante (Baxter 2004). Por otro lado, otros elementos han sido rechazados para este análisis, como: Cl, S, Ba, Na₂O, Pb y P₂O₅, ya que éstos pueden estar contaminados (Orellana *et al.* 2000; Carmona *et al.* 2008; Buxeda y Tsantini 2009).

Como sugieren algunos estadísticos (Baxter 1995), en el análisis estadístico se han eliminado una serie de individuos⁹⁷ que se mostraron como casos raros y aislados (*loners*) en los análisis de conglomerados jerárquicos realizados de forma preliminar, lo que indica que estas piezas son singulares en lo que a su composición química se refiere. En este tipo de análisis, donde interesa realizar agrupaciones de referencia que obedezcan a cuestiones relacionadas con la procedencia y la tecnología de las piezas, la inclusión de estas muestras incrementa enormemente la *vt* observada en el conjunto cerámico y desvirtúa los grupos establecidos en el análisis de conglomerados jerárquicos. La composición química de estas 11 muestras, consideradas casos espurios, será tratada posteriormente de forma individual incluyendo también en la explicación sus atributos mineralógicos y texturales.

Una vez eliminadas las piezas que introducían una mayor variación en el registro, se ha optado por una doble estrategia en el análisis multivariante de los datos. Por un lado, se ha realizado el estudio de los datos químicos incluyendo el CaO en el análisis. Por otro lado, se ha realizado una exploración de los mismos sin contemplar el elemento CaO, que, como sugieren los análisis macroscópicos, microscópicos y mineralógicos en un amplio número de muestras, responde esencialmente a factores tecnológicos, impidiendo realizar una adecuada aproximación al origen de las pastas. Esta última estrategia ha sido, por tanto, la utilizada para establecer los Grupos de Referencia Composicional directamente relacionados con el origen de las piezas.

⁹⁷SM-181, SM-1351, SM-140, SM-1125, SM-472, SM-138, TSB-1, CLG-33, TSB-4/66, CLG-UE/18, SM-238.

De este modo, ambos tipos de procedimientos van a proporcionar informaciones de distinta índole, referida tanto a la tecnología como al origen de las piezas.

10.2.1. Análisis de los datos químicos incluyendo CaO.

La Matriz de Variación Composicional (MVC) de 99 individuos muestreados procedentes del *Turó de Ses Abelles*, *Closos de Can Gaià* y *Puig de sa Morisca* puede observarse en el siguiente cuadro. La variación total es igual a 1.64 (Cuadro 17), muy alta para poder considerar que el conjunto de los datos es monogénico, probablemente, el conjunto de muestras esté representado por más de una producción. En el cuadro se han marcado los elementos CaO, TiO₂, Fe₂O₃, MgO y Sr, que son los que más variabilidad introducen en los datos químicos, puesto que la variación total supone menos del 55% (vt/i < 0.55) del valor de la traza de la matriz de covarianzas.

Cuadro 17. Matriz de Variación Composicional considerando en los datos químicos el CaO.

	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Zn	Rb	Sr	Zr
MgO	0.0000	0.2160	0.1734	0.1392	0.4499	0.5920	0.3629	0.2505	0.2034	0.3236	0.3693
Al ₂ O ₃	0.2160	0.0000	0.0214	0.1322	0.6775	0.2185	0.1066	0.0756	0.1084	0.3376	0.1154
SiO ₂	0.1734	0.0214	0.0000	0.0881	0.6772	0.2848	0.1330	0.0986	0.1036	0.3026	0.1268
K ₂ O	0.1392	0.1322	0.0881	0.0000	0.5532	0.5319	0.3021	0.2285	0.1025	0.2117	0.2799
CaO	0.4499	0.6775	0.6772	0.5532	0.0000	1.1727	0.9245	0.6668	0.6120	0.4528	0.8775
TiO ₂	0.5920	0.2185	0.2848	0.5319	1.1727	0.0000	0.0758	0.2790	0.5569	0.6825	0.1255
Fe ₂ O ₃	0.3629	0.1066	0.1330	0.3021	0.9245	0.0758	0.0000	0.1621	0.3208	0.4717	0.0755
Zn	0.2505	0.0756	0.0986	0.2285	0.6668	0.2790	0.1621	0.0000	0.1563	0.3942	0.1756
Rb	0.2034	0.1084	0.1036	0.1025	0.6120	0.5569	0.3208	0.1563	0.0000	0.3466	0.3268
Sr	0.3236	0.3376	0.3026	0.2117	0.4528	0.6825	0.4717	0.3942	0.3466	0.0000	0.3563
Zr	0.3693	0.1154	0.1268	0.2799	0.8775	0.1255	0.0755	0.1756	0.3268	0.3563	0.0000
I	3.0801	2.0091	2.0096	2.5694	7.0642	4.5198	2.9350	2.4872	2.8374	3.8798	2.8287
vt/i	0.5345	0.8194	0.8193	0.6408	0.2331	0.3643	0.5609	0.6619	0.5802	0.4243	0.5820
r v	0.6994	0.9565	0.9901	0.8355	0.3654	0.8414	0.7937	0.9499	0.8996	0.5289	0.8142
Vt	1.6464										

Como ya se señaló en el apartado metodológico, el tratamiento estadístico no se ha realizado directamente sobre los datos químicos crudos, sino transformados en logaritmos de razones a partir del procedimiento de Aitchison (1986) y Buxeda (1999). Se ha utilizado como divisor el elemento que menos variabilidad introducía en los datos, en este caso SiO₂, tal y como se ha podido observar en la matriz de variación composicional. Esta transformación, permite realizar una agrupación de los datos más fiable, donde el desfase numérico entre los elementos mayoritarios y los elementos traza no desvirtúe las agrupaciones. Para visualizar las distancias existentes entre los distintos individuos en base a los resultados químicos se ha realizado un análisis multivariante de conglomerados jerárquicos, utilizando agrupamiento centroide y distancia euclidiana al cuadrado sobre la sub-composición MgO, Al₂O₃, SiO₂, K₂O, CaO, TiO₂, Fe₂O₃, Zn, Rb, Sr y Zr de los datos transformados a logaritmos de razón.

En el dendrograma obtenido de este análisis se observa como las muestras se concentran en diferentes agrupaciones que se van uniendo entre sí, en función de la semejanza composicional. Cuando menor es la distancia a la que se sitúan los nudos respecto a la base del gráfico, mayor es la similitud química entre los individuos agrupados. Una vez se ha realizado el estudio estadístico multivariante de los datos químicos, las agrupaciones realizadas se han contrastado empíricamente a través de la observación minuciosa de los datos químicos y el estudio petrográfico de las piezas. Este paso es muy importante ya que permite corroborar la coherencia formal de los grupos químicos constatados en el análisis de conglomerados jerárquicos. En este sentido, resulta importante validar también los datos químicos a través de la petrología y la mineralogía de las piezas. Estos otros métodos proporcionan información complementaria sobre la tecnología y la procedencia de las materias primas, así como para identificar los posibles efectos postdeposicionales que pudieron alterar la cerámica, influyendo en su composición química (Pollard y Heron 1996: 133; Mommsen 2004).

En el dendrograma se observa, a primera vista, que hay dos divisiones básicas. La primera se refiere a los individuos poco calcáreos (3-5% de CaO) y a los individuos calcáreos (8-25% de CaO). Por otro lado, salvo algunas excepciones (TSB-8/33, SM-293 y TSB-2/41), se observan individuos muy calcáreos (20-50% de CaO). Este aspecto es muy importante, ya que se trata de categorías de materiales muy diferentes químicamente y, esta diferencia, tiene consecuencias a nivel tecnológico y funcional.

La gran variabilidad que se observa en las concentraciones de CaO está, como se ha señalado, en gran parte, relacionada con la introducción de calcita cristalina añadida como desgrasante a la pasta. En este sentido, las grandes agrupaciones y subdivisiones realizadas aquí deben relacionarse más con aspectos tecnológicos que con otros más vinculados con el origen de las piezas. Estos aspectos tecnológicos enmascaran otras acciones interesantes relacionadas con la selección de determinados tipos de materias primas arcillosas. Sin embargo, los resultados químicos obtenidos también nos informan, indirectamente, de una interesante acción intencionada que realiza el artesano durante el proceso de fabricación: la adición de desgrasante calcáreo.

A continuación se procede a describir los rasgos de los distintos grupos y subgrupos observados en el análisis de conglomerados jerárquicos considerando el CaO:

a) Grupo 1: Individuos con cantidades relativamente bajas de CaO.

Arqueológicamente, este grupo menos calcáreo está formado, principalmente, por muestras adscritas al Postalayótico Final (81%) pertenecientes al turriforme escalonado de *Son Ferrer* y al *Turó de les Abelles* (Fig. 72 y 73). El otro porcentaje importante (14.3%) de muestras se asocia con piezas del Bronce Antiguo o Medio (1700-1500 BC) de *Closos de Can Gaià*, así como con una pieza foránea de este yacimiento (2.38%) de cronología incierta. Finalmente, hay que señalar que las piezas de *Closos de Can Gaià*, *Son Ferrer* y *Puig de Sa Morisca* adscritas a cronologías que se sitúan en el periodo 1100-300 BC, entre el Bronce Final y el Postalayótico I, están prácticamente ausentes en este grupo y representan menos del 5% del total. A pesar de estos rasgos generales del grupo, hay que señalar que es posible realizar distinciones químicas dentro del mismo.

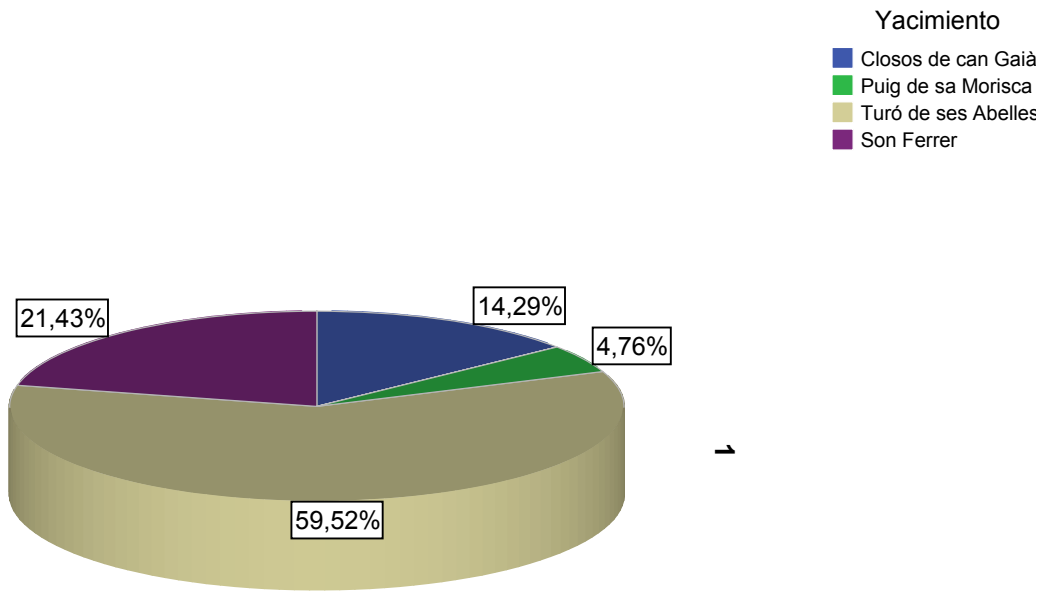


Figura 72. Porcentaje de Muestras del grupo con CaO bajo según yacimiento.

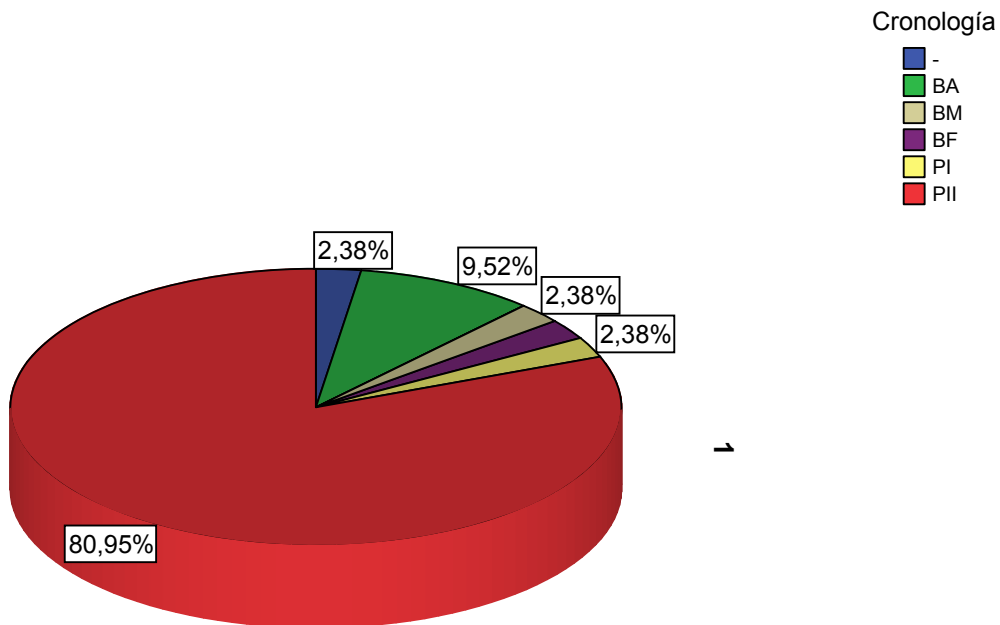


Figura 73. Porcentaje de muestras del grupo con CaO bajo según cronología de las muestras.

- Grupo 1.a. Son 18 individuos de composición medianamente calcárea, todos ellos adscritos al *Turó de les Abelles*, que han proporcionado valores muy altos de Fe_2O_3 (10-16.5%) y medias más altas también en los elementos TiO_2 (1.7-5.1%) y Zr (240-465 ppm), especialmente evidentes en la parte izquierda de la ramificación. Los individuos de este segmento del dendrograma presentan, además, porcentajes muy bajos de Rb (55-78 ppm). Los niveles de CaO se han mostrado bastante variables aunque moderados (8.5-21.1%). En el histograma realizado con la variable CaO se observa una distribución bimodal (Fig. 74) claramente separada que divide los materiales en dos grupos: el primero con valores más bajos (8.5-12.2%) y un segundo con porcentajes más altos de CaO (14.4-21.1%). Se trata de un grupo donde la cantidad de Fe_2O_3 presenta un bajo coeficiente de variación (0.16).

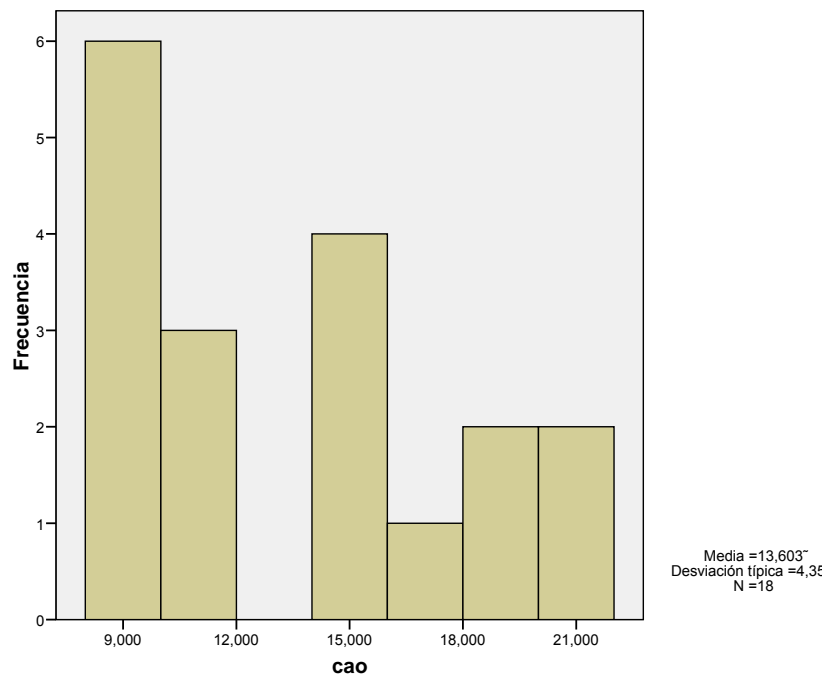


Figura 74. Histograma mostrando la dispersión de % CaO en el Grupo 1a.

- Grupo 1b. Individuos con una composición poco o medianamente calcárea, con baja cantidad de Fe_2O_3 (excepto las piezas TSB-1/294 y TSB-6/73).

- Grupo 1.b.1. Grupo con piezas arqueológicamente muy heterogéneas, de distintos yacimientos, que se caracterizan por ser *border calcareous* o poco calcáreas (3-5.5% de CaO): El Fe_2O_3 no ha primado a la hora de establecer las agrupaciones de estos individuos, la baja cantidad de calcio es el factor condicionante.

- Grupo 1.b.2. Son casi exclusivamente individuos del *Turó de les Abelles* y uno del *Puig de Sa Morisca* (SM-362). Todos ellos son del Postalayótico y medianamente calcáreos (10-15% de CaO).

- Grupo 1.b.3. Son piezas exclusivamente de *Closos de Can Gaià*, adscritas todas al Bronce Antiguo (1700 BC) y una del Bronce Medio (1500 BC) que han mostrado señales de ligera sobre-cocción en los difractogramas de rayos X. Forman un conjunto arqueológicamente homogéneo, puesto que son piezas de cronologías antiguas que pertenecen a un mismo yacimiento. Químicamente, hay que destacar que tienen porcentajes medios-altos de CaO (14-25.8%) y, en comparación con los otros grupos de esta rama del dendograma, tienen valores sensiblemente más bajos de Zr (115-182 ppm), Fe_2O_3 (5.1-7.98%) y TiO_2 (0.88-1.25%).

b) Grupo 2. Piezas con un contenido alto de CaO.

Arqueológicamente, es un grupo que incluye piezas que abarcan todas las cronologías estudiadas, excepto el Bronce Antiguo (1700 BC). En este sentido, podemos señalar que la utilización de pastas muy calcáreas habría estado presente en el registro analizado desde 1500 hasta 75 BC (Fig. 75). La mayor concentración (42%) se relaciona con piezas del Postalayótico I procedentes del *Puig de Sa Morisca* y del turriforme escalonado de *Son Ferrer*. A continuación, se documentan piezas del Postalayótico II adscritas *Son Ferrer* y al *Turó de les Abelles*.

Esta importancia de las pastas calcáreas durante el postalayótico no significa que en el resto de periodos las pastas muy cálcicas sean menos importantes. Simplemente, ello debe vincularse a que la mayor parte del registro analizado es del Postalayótico, periodo que, por tanto, está sobre-representado en relación al resto de periodos. De este modo, las piezas del Bronce Final o época Talayótica adscritas a *Closos de Can Gaià*, *Puig de Sa Morisca* y a *Son Ferrer* se han agrupado esencialmente en este gran grupo tecnológico de piezas muy cálcicas (Fig. 76). Se podrían incluir, además, las piezas del Bronce Medio de *Closos de Can Gaià*. En este sentido, un 28% de las piezas de este grupo estarían entre 1500 y 600 BC. Finalmente, el registro talayótico abordado es muy escaso y se reduce a nueve piezas, pero también se ha situado en este grupo muy cálcico.

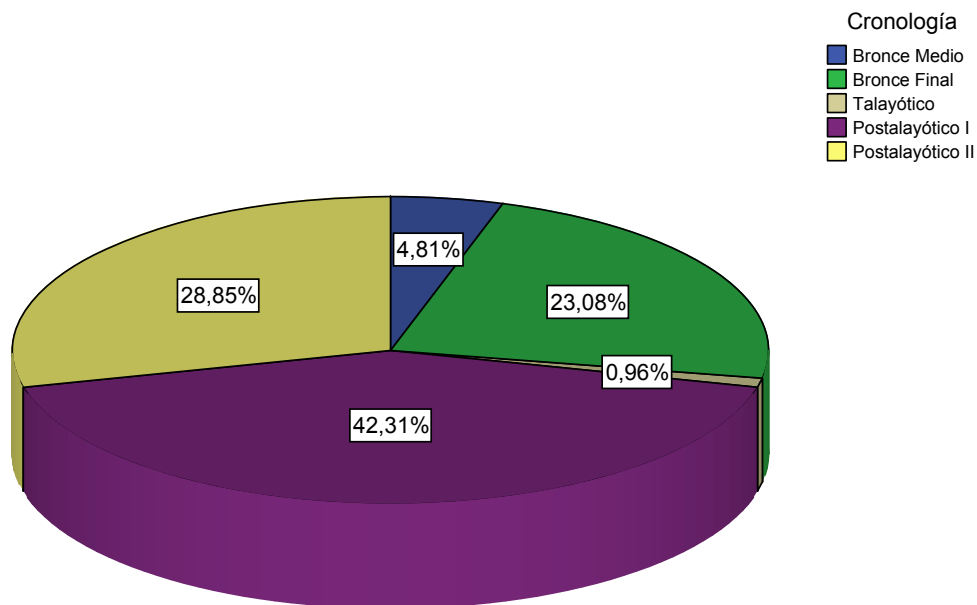


Figura 75. Porcentaje de muestras del grupo con CaO alto en función de la cronología de las muestras.

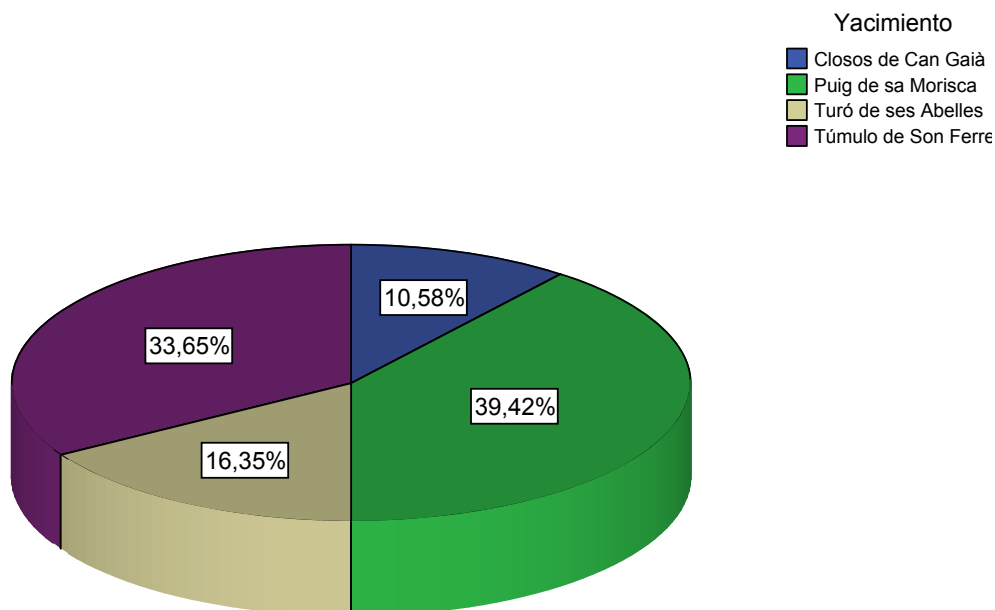


Figura 76. Porcentaje de muestras del grupo con CaO alto según yacimiento.

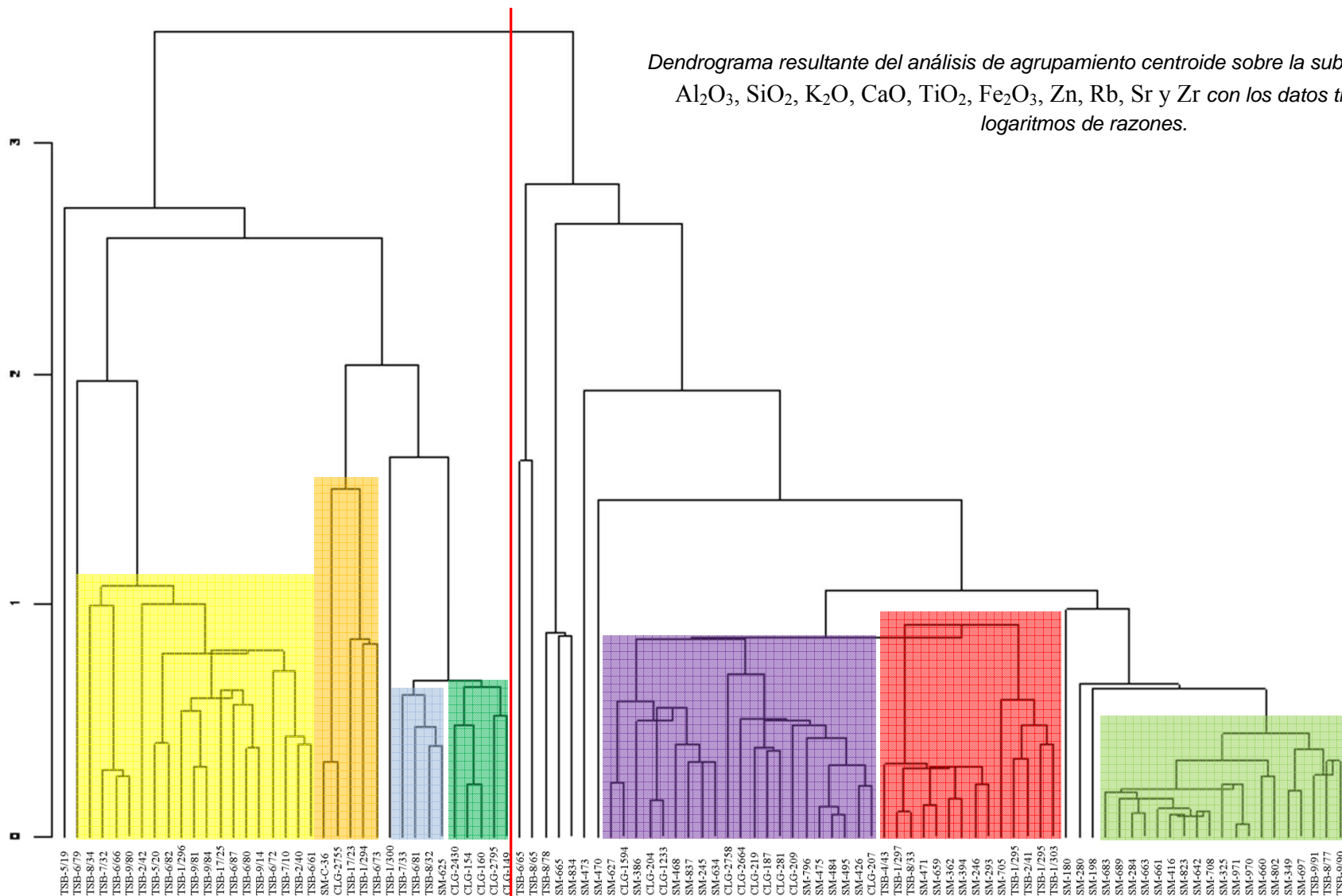
Dentro de este gran grupo de piezas muy calcáreas el dendograma establece diferentes sub-grupos que están altamente condicionados por la cantidad de CaO de las muestras, así como por otros elementos de la pasta, como el estroncio, el magnesio o, el potasio. En este sentido, a continuación, se exponen las características de cada una de estas agrupaciones:

- Grupo 2a. Son 21 piezas con alto contenido de CaO, entre 32.5 y 50%. Las diferentes ramas del grupo se deben a diferencias en los niveles de MgO, más altos en los de la izquierda (1.43-2.99%) y más bajos en la derecha (0.94-1.39%). Este grupo ha mostrado contenidos más bajos de Sr que los observados en el grupo 2c (135-270 ppm frente a 396-730 ppm). En este grupo, se sitúan todas las piezas de *Closos de Can Gaià* muy cálcicas adscritas al Bronce Medio y al Bronce Final. Las piezas adscritas al Bronce Antiguo son, como hemos señalado, inexistentes. El resto de piezas son del *Puig de Sa Morisca*, muchas de ellas adscritas al Bronce Final, aunque también se constatan otras del Postalayótico I. El coeficiente de variación de 0.13 revela un contenido de CaO poco variable en este grupo y muy acorde con una distribución altamente normalizada para estas piezas.

- Grupo 2b. Son 10 piezas con un contenido medio de CaO, entre 17.6-30.8%. Se diferencian del grupo 1.b.3 por tener un contenido sensiblemente mayor de CaO y K₂O, 2.83-3.82%, frente a 1.93-2.73% del grupo 1.b.3. Finalmente, se observan diferencias en el Sr, en el 2b se sitúa entre 357-641 ppm, frente a 178-277 ppm del 1.b.3. En este caso el coeficiente del CaO es de 0.27. En este grupo se incluyen piezas, incluida una pesa de telar, del *Turó de les Abelles* y del *Puig de Sa Morisca*.
- Grupo 2c. Son 18 piezas eminentemente del *Puig de Sa Morisca*, aunque se incluyen algunas del *Turó de les Abelles*, con un contenido de CaO entre 31 y 50.1%. Al igual que el grupo 2a, es un grupo donde la cantidad de CaO muestra un coeficiente de variación bajo (0.14). Las diferencias respecto al grupo 2a se deben, fundamentalmente, a un mayor contenido de Sr. Todas las muestras de este grupo han presentado porcentajes bajos de TiO₂ (0.51-0.92%).

Cuadro 18. Resumen de los rasgos químicos que definen a las distintas agrupaciones constatadas utilizando el CaO en el análisis.

Grupo	N	Media CaO	Desviación CaO	CV CaO	Media Fe ₂ O ₃	Desviación Fe ₂ O ₃	Media TiO ₂	Desviación TiO ₂
1	33	12.72	5.67	0.44	9.97	3.64	2.18	1.24
2	69	34.90	9.98	0.28	5.30	1.39	0.91	0.51
	2.a	21	39.13	5.19	0.13			
	2.b	10	24.58	6.66	0.27			
	2c	18	39.68	5.71	0.14			



10.2.2. Análisis multivariante sin CaO: establecimiento de Grupos de Referencia.

Una vez observado el comportamiento químico de las muestras con todos los elementos disponibles, se ha procedido a analizar el conjunto de datos anterior sin considerar el CaO. Este elemento, como han observado otros estudios de cerámica, incluyendo algunos efectuados sobre cerámica indígena de las Islas Baleares (García Orellana *et al.* 2001), puede condicionar las agrupaciones que se realizan en base a la composición química del registro cerámico. El porcentaje de este elemento, como se comentará posteriormente, responde, en muchas piezas, a factores tecnológicos y por tanto, desvirtúa enormemente posibles asociaciones químicas más relacionadas con el origen de las materias primas utilizadas en la producción de cerámica. Junto con el CaO, se ha suprimido el Sr ya que este elemento puede incorporarse con facilidad en la estructura de los carbonatos. Ambos elementos son muy móviles y suelen estar relacionados entre sí (Nesse 1991: 148; Pollard y Heron 1996: 131; Olaetxea *et al.* 2000; Jiménez y Taberner 2003; Potter *et al.* 2005: 171; Shoval *et al.* 2006; De la Fuente 2008; Buxeda y Madrid 2009). Este hecho ha podido observarse especialmente en los individuos analizados del *Turó de les Abelles* (Fig. 77) donde existe una correlación significativa entre CaO y Sr (r Pearson = 0.746, $n = 43$, Nivel de confianza $\alpha = 0.99$).

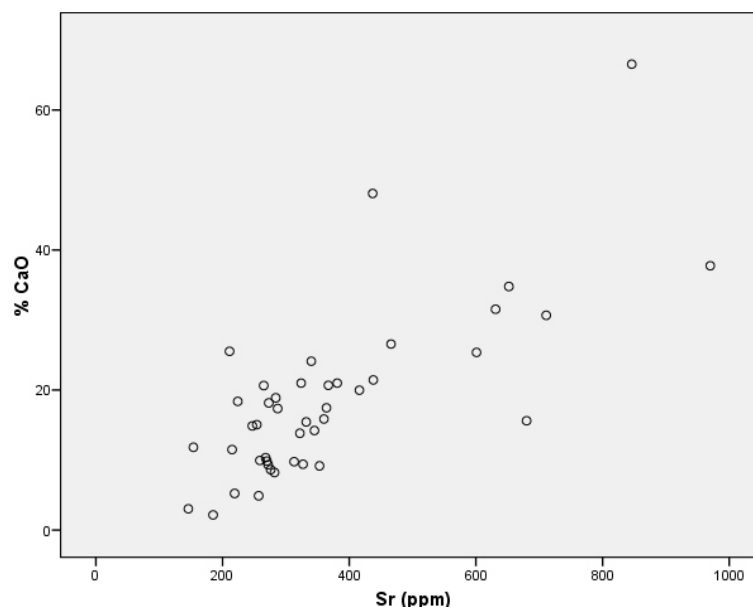


Figura 77. Gráfico de dispersión según cantidades de Sr y CaO observadas en las piezas del *Turó de les Abelles*.

Para un análisis estadístico más centrado en cuestiones relacionadas con el origen de las piezas y el establecimiento de Grupos de Referencia Composicional se han considerado, normalizados a 100%, los elementos químicos MgO, Al₂O₃, SiO₂, K₂O, TiO₂, Fe₂O₃, Zn, Rb, y Zr. La MVC de los 99 individuos muestreados, procedentes del *Turó de Ses Abelles*, *Closos de Can Gaià* y *Puig de sa Morisca*, así como la variación total sin considerar CaO y Sr (*vt**) en el análisis, puede observarse en el cuadro. La variación total es igual a 0.84 (Cuadro 19). Observamos que se ha reducido *vt** a la mitad respecto a la variación total (*vt*) de la MVC realizada contando con el CaO y Sr. Este hecho indica que, efectivamente, el contenido de estos elementos, en gran parte relacionados con determinadas acciones humanas, introducía una gran variabilidad en las agrupaciones químicas realizadas anteriormente. De todas formas, la variación total obtenida sin contemplar CaO y Sr continua siendo muy alta para poder considerar que el conjunto de los datos es monogénico, por lo que, probablemente, esté presente más de una producción. En el siguiente cuadro se han marcado los elementos MgO, TiO₂, K₂O, Fe₂O₃ y Rb (*vt/i* <0.5). Éstos introducen una variación superior al 50% dentro de los datos químicos. Por el contrario, los elementos que se muestran más estables son el Al₂O₃, SiO₂ (*vt/i* > 0.8), con una variación inferior al 20%.

Cuadro 19. Matriz de Variación Composicional sin considerar CaO y Sr.

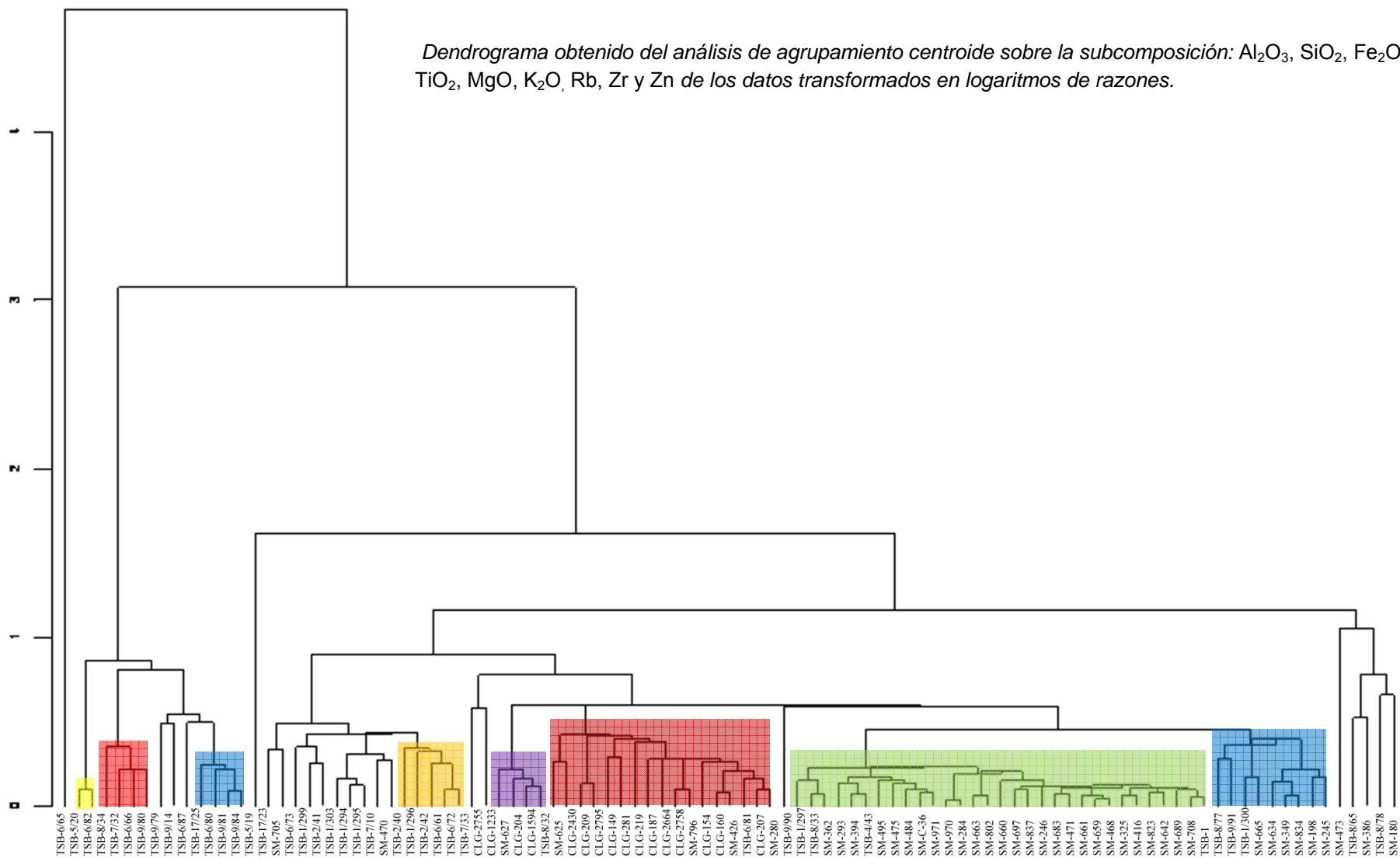
	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Zn	Rb	Zr
MgO	0.0000	0.2160	0.1734	0.1392	0.5920	0.3629	0.2505	0.2034	0.3693
Al ₂ O ₃	0.2160	0.0000	0.0214	0.1322	0.2185	0.1066	0.0756	0.1084	0.1154
SiO ₂	0.1734	0.0214	0.0000	0.0881	0.2848	0.1330	0.0986	0.1036	0.1268
K ₂ O	0.1392	0.1322	0.0881	0.0000	0.5319	0.3021	0.2285	0.1025	0.2799
TiO ₂	0.5920	0.2185	0.2848	0.5319	0.0000	0.0758	0.2790	0.5569	0.1255
Fe ₂ O ₃	0.3629	0.1066	0.1330	0.3021	0.0758	0.0000	0.1621	0.3208	0.0755
Zn	0.2505	0.0756	0.0986	0.2285	0.2790	0.1621	0.0000	0.1563	0.1756
Rb	0.2034	0.1084	0.1036	0.1025	0.5569	0.3208	0.1563	0.0000	0.3268
Zr	0.3693	0.1154	0.1268	0.2799	0.1255	0.0755	0.1756	0.3268	0.0000
?i	2.3066	0.9940	1.0297	1.8045	2.6646	1.5388	1.4262	1.8787	1.5948
vt/?i	0.3670	0.8516	0.8221	0.4691	0.3177	0.5501	0.5936	0.4506	0.5308
r v,?	0.6896	0.9634	0.9023	0.5965	0.6633	0.3056	0.9442	0.6997	0.4374
vt*	0.8466								

Al igual que en el caso anterior, el tratamiento estadístico no se ha realizado directamente sobre los datos químicos crudos, sino sobre los datos transformados en logaritmos de razón a partir del procedimiento de Aitchison (1986) y Buxeda (1999). Se ha utilizado como divisor el elemento que introducía menos variabilidad en los datos, en este caso Al_2O_3 , como se ha podido observar en la matriz de variación composicional. Para visualizar los resultados químicos, se ha realizado un dendrograma a partir de análisis multivariante de conglomerados jerárquicos utilizando agrupamiento centroide y distancia euclidiana al cuadrado sobre la sub-composición MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , K_2O , TiO_2 , Fe_2O_3 , Zn , Rb , y Zr de los datos transformados a logaritmos de razón.

En el dendrograma se observa como las muestras se aglomeran en diferentes agrupaciones que se van uniendo entre sí en función de la semejanza composicional. Las diferentes ramificaciones observadas indican, de antemano, la existencia de diferentes Grupos de Referencia Composicional y, por tanto, permite señalar que, hipotéticamente, los individuos que se han agrupado unidos responden a una misma producción y tienen un origen determinado. En este sentido, se han señalado en el dendrograma los distintos Grupos de Referencia que han podido constatarse y que, acto seguido, serán descritos en detalle. Las piezas que no se han incluido en estos Grupos de Referencia deben considerarse como producciones mal clasificadas, es decir, de las que no conocemos el Grupo de Referencia al que se adscriben.

Análisis de materiales arqueológicos

Dendrograma obtenido del análisis de agrupamiento centroide sobre la subcomposición: Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , TiO_2 , MgO , K_2O , Rb, Zr y Zn de los datos transformados en logaritmos de razones.



Para tantear la relación existente entre las distintas variables utilizadas en el análisis, y representar los grupos obtenidos en el dendrograma en un gráfico de dos dimensiones, también se ha realizado un análisis factorial utilizando el método de Componentes Principales (Cuadro 20). Este método nos permite reducir las múltiples variables utilizadas a dos nuevas variables o componentes que contienen un alto grado de información de los datos originales. Como podemos observar, el primer componente obtenido explica el 33.3% de la varianza de los datos, existiendo una correlación positiva entre el Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 y Zr. Este componente agrupa bien la varianza contenida en estas variables que tienen unas contribuciones importantes (>0.73) dentro del componente. El segundo componente explica un 19% de la varianza, llegando los dos componentes a representar una varianza acumulada de 52.4%. En este componente, los elementos que predominan sobre el resto son el Rb, seguido del K_2O con una correlación positiva superior al 0.75.

Cuadro 20. Análisis de componentes principales: % de la varianza y componentes extraídos.

	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3,665	33,315	33,315
2	2,104	19,124	52,440
3	1,189	10,812	63,252
4	1,118	10,166	73,418
5	,881	8,008	81,425
6	,695	6,319	87,744
7	,424	3,858	91,602
8	,364	3,307	94,910
9	,271	2,467	97,377
10	,196	1,779	99,156
11	,093	,844	100,000

	Componente			
	1	2	3	4
MgO	-,351	,057	,025	,683
Al ₂ O ₃	,729	,452	-,324	-,015
SiO ₂	,545	,637	-,224	,167
K ₂ O	-,196	,750	,105	,379
TiO ₂	,863	-,318	-,078	,179
MnO	,058	,162	,829	,102
Fe ₂ O ₃	,869	-,097	,095	,225
Zn	,444	,177	,178	-,539
Rb	-,009	,840	,114	-,285
Zr	,862	-,195	-,007	,119
Ba	,480	-,132	,525	,026

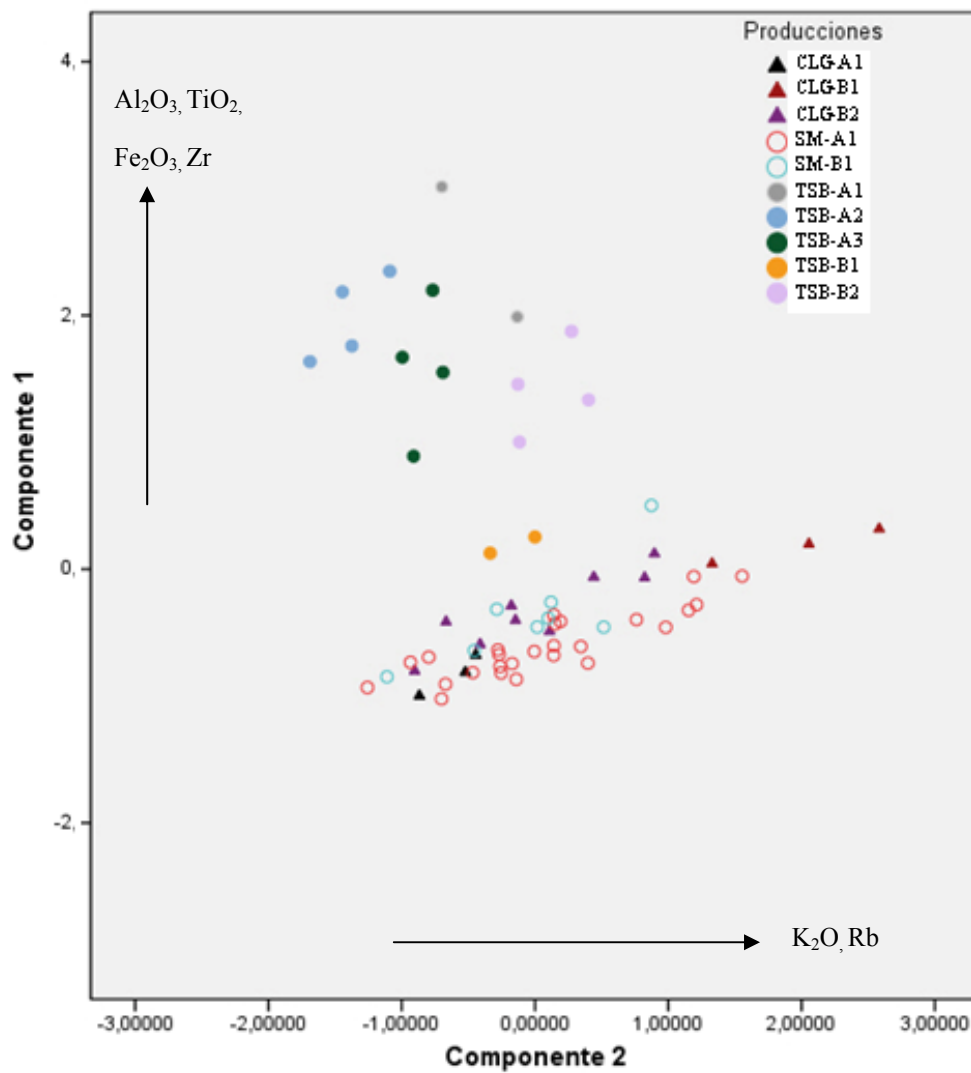


Figura 78. Componentes principales mostrando la distribución de los subgrupos o Grupos de Referencia del dendrograma realizado a partir de la composición química sin considerar el CaO.

Si bien en el gráfico de componentes principales realizado con los componentes utilizados representa sólo el 52% de la variación de los datos, podemos distinguir claramente la diversificación de las dos ramas principales observadas en el dendograma (Fig. 78). Dentro de la primera ramificación, las distintas agrupaciones constatadas se mantienen visibles en el gráfico realizado. Por otro lado, las muestras que se han agrupado en el segundo nudo principal, aunque se observan ciertas tendencias, se muestran mucho más agrupadas y solapadas entre sí. Ello evidencia, por un lado, que estas piezas presentan ciertas similitudes composicionales y, por otro, que la información contenida en los dos componentes utilizados es insuficiente para discriminar entre los distintos Grupos de Referencia constatados en esta rama del dendograma.

A continuación, se procede a describir las distintas agrupaciones constatadas en el análisis multivariante, poniendo énfasis en las distintas Producciones o Grupos de Referencia que se han podido consignar dentro de cada gran aglomeración mediante el cálculo de su variación total. Con la finalidad de explorar la variabilidad que introduce el CaO y el Sr en los Grupos de Referencia establecidos se va a realizar el cálculo de la variación total tanto considerando estos elementos (vt) como sin su consideración (vt^*).

a) Grupo 1.

El primer grupo del dendrograma por la izquierda, se caracteriza por presentar porcentajes de TiO_2 (2.7-5%) y Fe_2O_3 (9.6-16.7%) muy altos. Precisamente, estos dos elementos se consideran unos de los más estables en las pastas ya que, en su configuración, las acciones del alfarero suelen intervenir poco. De este modo, son elementos que, en los análisis estadísticos, pueden determinar la posibilidad de discriminar entre distintas materias primas, su constatación en la pasta debe relacionarse con su presencia en las arcillas de forma natural (Velde y Druc 1999; Potter *et al.* 2005: 171). Todas las piezas de este gran grupo pertenecen al *Turó de les Abelles* y, por tanto, se adscriben al Postalayótico II. La variación total del grupo es de 0.62, un valor muy alto para considerarlo una única producción. Sin embargo, podemos distinguir, dentro de este grupo, tres producciones significativas estadísticamente:

- Producción TSB-A1 (Cuadro 21): Son dos individuos del *Turó de les Abelles* (TSB-5/20; TSB-6/82) cuya *vt*, incluyendo CaO y Sr, es muy baja, de 0.18. Este valor nos indica que existe una gran similitud química entre ambas piezas que, probablemente, se deba a un origen común. Dentro del grupo, estas piezas se caracterizan por presentar niveles bajos de MgO y TiO₂ (2.7-3%), mientras, los valores de Fe₂O₃, Rb y Zn se muestran más altos.
- Producción TSB-A2 (Cuadro 21): Son cuatro individuos del *Turó de les Abelles* (TSB-8/34; TSB-7/32; TSB-6/66; TSA-9/80) cuya *vt*, incluyendo CaO y Sr, es ligeramente inferior a 0.3 (0.27). Este valor nos indica que existe una gran similitud química entre las piezas que, probablemente, se deba a un origen común. Dentro del grupo, estas piezas se caracterizan por presentar niveles bajos de MgO y muy altos de TiO₂ (4-5%).
- Producción TSB-A3 (Cuadro 21): Son cuatro individuos del *Turó de les Abelles* (TSB-17/25; TSB-9/84; TSB-9/81; TSB-6/80) cuya *vt*, incluyendo CaO y Sr, es 0.39. Si eliminamos estos dos elementos del análisis la *vt* se reduce a 0.21, lo que nos indica que el CaO y el Sr introducen, tal vez por causas tecnológicas, cierta variabilidad en el grupo. En todo caso, las materias primas podrían tener un origen geoquímico muy parecido. Esta producción se caracteriza por presentar los niveles más altos de MgO y un TiO₂ alto (3.18-3.39%), pero moderado dentro del grupo. También, presenta mayores concentraciones de Fe₂O₃ en comparación con la producción TSB-A2.

Cuadro 21. Estadísticos descriptivos de las producciones del Grupo 1: TSB-A (elementos mayoritarios y minoritarios en wt%, elementos traza en ppm).

Producción TSB-A1.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
MgO	2	,699	,742	,72050	,030406
Al ₂ O ₃	2	20,047	20,227	20,13700	,127279
SiO ₂	2	46,696	47,678	47,18700	,694379
P ₂ O ₅	2	,627	,648	,63750	,014849
SO ₃	2	,176	,371	,27350	,137886
K ₂ O	2	1,330	1,369	1,34950	,027577
CaO	2	9,170	11,493	10,33150	1,642609
TiO ₂	2	2,775	3,023	2,89900	,175362
Fe ₂ O ₃	2	12,875	15,315	14,09500	1,725341
Zn	2	262	285	273,50	16,263
Rb	2	106	119	112,50	9,192
Sr	2	215	353	284,00	97,581
Zr	2	317	380	348,50	44,548
Ba	2	1350	4140	2745,00	1972,828
Y	2	67	68	67,50	,283
Cl	2	9020	9540	9280,00	367,696

Producción TSB-A2

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
MgO	4	,656	,825	,73875	,086573
Al ₂ O ₃	4	18,229	21,564	19,59125	1,526213
SiO ₂	4	40,479	48,084	43,38100	3,356120
P ₂ O ₅	4	,458	,524	,48050	,029592
SO ₃	4	,113	,279	,19825	,068845
K ₂ O	4	1,274	1,842	1,44750	,266990
CaO	4	9,767	20,993	16,75225	4,888989
TiO ₂	4	4,040	4,997	4,42125	,419935
Fe ₂ O ₃	4	9,662	13,304	10,75950	1,708473
Zn	4	112	159	133,75	24,757
Rb	4	53	77	62,50	9,949
Sr	4	284	324	302,00	19,613
Zr	4	338	454	399,00	47,483
Ba	4	531	2420	1205,75	837,849
Y	4	29	48	38,13	7,836
Cl	4	10600	14400	13025,00	1670,080

Producción TSB-A3.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
MgO	4	1,078	1,573	1,25950	,220848
Al ₂ O ₃	4	16,499	19,402	18,21700	1,251926
SiO ₂	4	41,526	47,254	44,70650	2,904558
P ₂ O ₅	4	,636	,812	,72150	,085215
SO ₃	4	,074	,229	,15725	,066820
K ₂ O	4	1,289	1,806	1,63900	,240343
CaO	4	8,226	20,641	13,52375	5,496030
TiO ₂	4	3,188	3,397	3,32275	,092558
Fe ₂ O ₃	4	12,647	15,437	14,55125	1,282073
Zn	4	132	163	153,00	14,166
Rb	4	62	93	79,68	14,217
Sr	4	247	282	265,50	14,387
Zr	4	234	400	297,50	71,487
Ba	4	1290	1680	1485,00	275,772
Y	4	30	49	37,13	8,703
Cl	4	5780	17400	12495,00	5099,291

b) Grupo 2.

Se trata de un grupo muy heterogéneo químicamente que se caracteriza por tener unas cantidades medias de TiO_2 (0.96-2.3%), mucho más bajas respecto al Grupo 1. En estos dos grupos, Grupo 1 y 2, es donde se sitúa el grueso de piezas cerámicas analizadas del *Turó de les Abelles* (77.8%). A pesar de esta variabilidad química, se han podido agrupar varios individuos en distintas Producciones:

- Producción TSB-B1 (Cuadro 22): Son dos individuos del *Turó de les Abelles* (TSB-1/303; TSB-1/295) cuya vt , incluyendo CaO y Sr, es muy baja, de 0.20. Este valor, unido a la gran similitud de sus porcentajes, nos indica que existe una gran similitud química entre ambas piezas que probablemente se deba a un origen común.
- Producción TSB-B2 (Cuadro 22): Esta producción la conforman cinco piezas del *Turó de les Abelles* (TSB-2/40; TSB-1/296; TSB-2/42; TSB-6/61; TSB-6/72). La variación total de este grupo, incluyendo CaO y Sr se sitúa en 0.3, que ya es bastante baja. Sin embargo, si no consideramos estos elementos la vt^* se reduce considerablemente (0.13). El análisis petrográfico y textural sugieren que, en las piezas de este grupo, se añaden pequeñas cantidades muy variables de calcita en las vasijas, lo que aumenta la variabilidad dentro del grupo por motivos tecnológicos. Son piezas con un contenido moderado de TiO_2 (1.7-2.3%) y cantidades de Fe_2O_3 altas (10-13.3%). Dentro de la producción, las piezas TSB-6/72 y TSB-6/61 han experimentado valores muy parecidos entre sí. Se caracterizan por presentar los valores más altos dentro de TSB-B2 de MgO y los más bajos de K_2O y Fe_2O_3 .

Cuadro 22. Estadísticos descriptivos de las producciones del Grupo 2: TSB-B (elementos mayoritarios y minoritarios en $wt\%$, elementos traza en ppm).

Producción TSB-B1

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
MgO	2	,985	1,148	1,06650	,115258
Al ₂ O ₃	2	14,847	16,092	15,46950	,880348
SiO ₂	2	42,952	44,846	43,89900	1,339260
P ₂ O ₅	2	,393	,493	,44300	,070711
SO ₃	2	,154	,188	,17100	,024042
K ₂ O	2	2,084	2,430	2,25700	,244659
CaO	2	24,111	25,534	24,82250	1,006213
TiO ₂	2	1,300	1,584	1,44200	,200818
Fe ₂ O ₃	2	7,796	8,583	8,18950	,556493
Zn	2	161	178	169,50	12,021
Rb	2	83	102	92,65	13,223
Sr	2	211	340	275,50	91,217
Zr	2	183	255	219,00	50,912
Ba	1	671	671	671,00	.
Y	1	48	48	48,40	.
Cl	2	7670	19600	13635,00	8435,784

Producción TSB-B2

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
MgO	2	,699	,742	,72050	,030406
Al ₂ O ₃	2	20,047	20,227	20,13700	,127279
SiO ₂	2	46,696	47,678	47,18700	,694379
P ₂ O ₅	2	,627	,648	,63750	,014849
SO ₃	2	,176	,371	,27350	,137886
K ₂ O	2	1,330	1,369	1,34950	,027577
CaO	2	9,170	11,493	10,33150	1,642609
TiO ₂	2	2,775	3,023	2,89900	,175362
Fe ₂ O ₃	2	12,875	15,315	14,09500	1,725341
Zn	2	262	285	273,50	16,263
Rb	2	106	119	112,50	9,192
Sr	2	215	353	284,00	97,581
Zr	2	317	380	348,50	44,548
Ba	2	1350	4140	2745,00	1972,828
Y	2	67	68	67,50	,283
Cl	2	9020	9540	9280,00	367,696

c) Grupo 3.

Se trata de un grupo heterogéneo arqueológicamente donde se concentran todas las piezas analizadas de *Closos de Can Gaià*. Junto a ellas, se colocan piezas aisladas (*loners*) del *Turó de les Abelles* y *Puig de Sa Morisca*. Estas piezas tienen escasa correspondencia con otras producciones o piezas de sus propios yacimientos, de este modo, por proximidad química, se han ubicado junto a las piezas de la Edad del Bronce de Felanitx. En este sentido, que se hayan agrupado estas piezas no significa que las cerámicas tengan un mismo origen, sino que todo parece indicar que nos encontramos ante *zonas de conjunción*, muestras con un origen distante entre sí geográficamente pero cuyos materiales tienen con unas características geoquímicas y petrográficas similares. Dentro de este grupo se han podido constatar varias producciones, que se relacionan con diferentes individuos de *Closos de Can Gaià*.

- Producción CLG-A1 (Cuadro 23): Se trata de una producción bastante estandarizada con una variación total de 0.26, incluyendo CaO y Sr. Esta producción se caracteriza por presentar niveles altos de CaO y por ser todas las piezas del Bronce Medio o Final. En este grupo, se ha situado también una pieza del *Puig de Sa Morisca* (SM-627). Dentro del grupo, esta pieza se caracteriza por presentar porcentajes bajos de TiO₂, K₂O, Fe₂O₃ y Rb.
- Producción CLG-B1 (Cuadro 23): Es una producción que ha presentado, una vez eliminados CaO y Sr, un bajo v^* de 0.28; de todas formas se trata de piezas con un contenido moderado de CaO (11-21.5%), en comparación con otras piezas del yacimiento. Algunas de estas piezas presentaron en los diagramas de DRX fases neo-formadas asociadas éstas a la exposición de las cerámicas a temperaturas más altas. Precisamente, estas piezas ligeramente sobre-cocidas son las que presentan las mayores cantidades de Rb y K₂O del yacimiento (2.4-2.6%), mientras el resto de piezas de los otros grupos tienen entre 1.18-1.92%.

Además de este contenido más alto en potasio, presentan de media una cantidad de Fe_2O_3 ligeramente mayor, especialmente la pieza CLG-2430. Si se obvia el contenido de Fe_2O_3 de la pieza CLG-209, podemos observar que los valores obtenidos encajan mejor con los del grupo CLG-B2. En realidad, entre los grupos CLG-B1 y CLG-B2, existen ciertas semejanzas químicas ya que si consideramos la variación total conjunta, sin el CaO y el Sr, la vt^* resultante es de 0.24. De ser así la producción CLG-B1 se caracterizaría por tener piezas del 1700-1500 BC sobre-cocidas⁹⁸. Finalmente, señalar que, como *loners* de este grupo, se sitúan las piezas TSB-8/32 y SM- 627, ésta última del Bronce Final.

- Producción CLG-B2 (Cuadro 23): Son piezas que presentan todas ellas, en porcentajes muy variables, cantidades de CaO superiores al 20%. La variación total del grupo sin considerar este elemento y el Sr es de 0.19. Nos muestra un conjunto monogénico donde hay piezas de todas las cronologías del yacimiento. El contenido en Rb, K_2O y Fe_2O_3 es un poco más bajo (<5.9%).

Cuadro 23. Estadísticos descriptivos de las producciones del Grupo 3: CLG (elementos mayoritarios y minoritarios en $wt\%$, elementos traza en ppm).

⁹⁸Una agrupación química diferencial en función de señales de sobre-cocción en las piezas pudo establecerse también en dos cerámicas del Bronce Antiguo del yacimiento menorquín de Trebaluger (García Orellana *et al.* 2001: 68).

Producción CLG-A1.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
MgO	3	1,670	2,451	1,98500	,411814
Al ₂ O ₃	3	10,877	12,864	12,11867	1,082498
SiO ₂	3	31,525	41,421	37,30067	5,151485
P ₂ O ₅	3	,799	1,982	1,39767	,591630
SO ₃	3	,039	,117	,07033	,041199
K ₂ O	3	1,440	1,574	1,51067	,067300
CaO	3	35,122	46,552	39,50700	6,161812
TiO ₂	3	,618	,766	,70967	,080077
Fe ₂ O ₃	3	4,951	5,558	5,19767	,319065
Zn	3	147	156	151,33	4,509
Rb	3	86	107	98,23	11,138
Sr	3	133	240	169,33	61,207
Zr	3	95	144	123,37	25,328
Ba	1	446	446	446,00	.
Y	1	17	17	16,80	.
Cl	1	730	730	730,00	.

Producción CLG-B1.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
MgO	3	1,170	1,539	1,38367	,191291
Al ₂ O ₃	3	19,625	22,867	20,75900	1,827334
SiO ₂	3	44,765	50,807	48,18500	3,099039
P ₂ O ₅	3	1,072	3,029	2,35200	1,109130
SO ₃	3	,132	,195	,16333	,031501
K ₂ O	3	2,453	2,676	2,57333	,112545
CaO	3	13,456	20,422	16,54433	3,549447
TiO ₂	3	,928	1,211	1,05867	,142739
Fe ₂ O ₃	3	5,085	7,805	6,06000	1,514686
Zn	3	134	250	205,67	62,644
Rb	3	188	277	234,33	44,613
Sr	3	192	271	234,67	39,879
Zr	3	111	166	143,00	28,583
Ba	3	350	503	439,33	79,664
Y	2	29	31	30,00	,990
Cl	3	906	1300	1065,33	207,522

Producción CLG-B2.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tít.
MgO	9	,932	1,701	1,25778	,258546
Al ₂ O ₃	9	12,706	20,322	16,53456	2,224839
SiO ₂	9	29,593	49,037	38,01344	6,115875
P ₂ O ₅	9	,518	1,329	,90244	,283119
SO ₃	9	,047	,291	,12144	,070783
K ₂ O	9	1,182	1,922	1,57789	,297132
CaO	9	20,020	49,444	35,46500	9,012910
TiO ₂	9	,736	1,151	,89522	,133160
Fe ₂ O ₃	9	3,299	6,838	4,98489	1,099285
Zn	9	116	207	165,44	30,806
Rb	9	103	175	142,89	25,707
Sr	9	158	260	217,44	34,490
Zr	9	105	186	145,00	27,568
Ba	8	388	568	467,63	66,837
Y	8	16	54	35,10	14,572
Cl	6	733	1220	1017,50	177,469

d) Grupo 4.

Las 27 piezas de este grupo se caracterizan, dentro del conjunto analizado, por presentar porcentajes más altos de K₂O, y respecto a muchas piezas del *Turó de les Abelles*, por un contenido menor de Zr, Fe₂O₃ y TiO₂ (Cuadro 24). Es un grupo muy homogéneo de piezas todas ellas adscritas a distintas cronologías del *Puig de Sa Morisca*. Constituye, por tanto, la producción de referencia de la Torre I de este yacimiento, independientemente de la cronología de las cerámicas. Este grupo se relaciona con la Producción o el primer Grupo de Referencia establecido para el *Puig de Sa Morisca* (Producción SM-A1). Ésta es una producción donde existe una alta variabilidad, probablemente por causas tecnológicas, del porcentaje de CaO, puesto que la variación total incluyendo este elemento es muy alta, de 0.58. La variación total se reduce enormemente ($vt^* = 0.12$) si eliminamos el CaO y el Sr del análisis. Dentro de este grupo, se pueden realizar algunas matizaciones y sub-categorías, indirectamente influenciadas por el contenido de CaO.

- Producción SM-A1.1. Esta producción tiene un contenido más alto de Al_2O_3 y K_2O . Probablemente, el primer elemento se encuentre muy influenciado, como hemos visto, por el contenido de CaO . Dentro de este grupo, se ha extraído un caso espurio asociado con la muestra (SM-C-36), poco calcárea, del Postalayótico II del poblado de *Puig de Sa Morisca* que presenta valores muy altos y claramente divergentes de MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , K_2O , TiO_2 , Rb y Zr.
- Producción SM-A1.2. Esta producción tiene, por regla general, un contenido más bajo de Al_2O_3 y K_2O . Probablemente, el primer elemento se encuentre muy influenciado por el contenido de CaO . Es en este subgrupo donde se han agrupado un mayor número de piezas del *Puig de Sa Morisca*.

Cuadro 24. Estadísticos descriptivos de la producción del Grupo 4: SM-A1 (elementos mayoritarios y minoritarios en wt%, elementos traza en ppm).

Producción SM-A1

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
MgO	27	,999	1,719	1,35185	,180156
Al_2O_3	27	10,904	17,883	13,95419	1,869848
SiO_2	27	29,744	51,483	39,24244	5,661797
P_2O_5	27	,333	,710	,48856	,100469
SO_3	27	,053	,367	,15044	,068437
K_2O	27	1,471	3,313	2,46559	,481292
CaO	27	17,519	49,470	36,00581	8,536573
TiO_2	27	,491	1,085	,73800	,126136
Fe_2O_3	27	3,321	7,004	4,79696	,897124
Zn	27	82	162	113,85	21,672
Rb	27	83	170	123,89	26,497
Sr	27	196	721	462,15	134,103
Zr	27	114	206	149,30	22,542
Ba	27	298	2100	862,07	373,431
Y	27	6	42	24,33	8,634
Cl	27	561	4320	1301,60	847,201

e) Grupo 5.

Este grupo se asocia con la Producción SM-B1, formada por ocho piezas. Al igual que en el caso anterior, esta es una producción donde existe una alta variabilidad del porcentaje de CaO, probablemente por causas tecnológicas. La variación total incluyendo CaO es muy alta, de 0.87. La vt se reduce ($vt^* = 0.21$) si eliminamos el CaO y el Sr del análisis. Este hecho es especialmente sensible si consideramos sólo las piezas del *Puig de Sa Morisca* (SM-634, SM-349 y SM-834), que presentan una vt de 0.99 que se reduce a $vt^* = 0.06$ eliminando CaO y Sr. Se trata, por tanto, de un material químicamente muy parecido, pero con posibles diferencias tecnológicas importantes que deberán verificarse con el examen petrográfico y textural de las piezas. Dentro de este grupo, podemos descartar el ecofacto TSB-8/77 que tiene niveles muy altos de K_2O . Por otro lado, dado el bajo contenido de CaO de la pieza TSB-1/300, pensamos que no resulta recomendable incluir esta pieza dentro de esta producción. De este modo, la Producción SM-B1 sería también característica del *Puig de Sa Morisca* y muy parecida a SM-A1. Respecto a la producción SM-B1 destacar los mayores niveles de Zr, elemento que explica las divisiones en el grupo. A continuación, se presenta un cuadro con los estadísticos descriptivos de la producción SM-B1 (elementos mayoritarios y minoritarios en $wt\%$, elementos traza en ppm).

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
MgO	8	1,095	1,817	1,45088	,239502
Al ₂ O ₃	8	9,267	16,609	12,85900	1,996607
SiO ₂	8	26,543	54,422	37,91700	8,328881
P ₂ O ₅	8	,435	,908	,59400	,165803
SO ₃	8	,061	,349	,18088	,082981
K ₂ O	8	2,039	2,680	2,37463	,218844
CaO	8	13,830	53,646	36,53138	11,251175
TiO ₂	8	,624	1,174	,87350	,179844
Fe ₂ O ₃	8	4,125	7,228	5,77363	1,011548
Zn	8	106	183	134,13	24,433
Rb	8	88	199	128,23	32,539
Sr	8	186	1560	595,50	448,544
Zr	8	168	366	227,25	65,150
Ba	8	503	1480	761,25	312,439
Y	6	16	48	30,42	11,291
Cl	8	529	35400	6503,63	12142,661

Cuadro 25. Grupos de Referencia que se han podido adscribir para cada uno de los yacimientos, señalando la variación total de las producciones, bien sea considerando el CaO y el Sr (vt) como sin considerar estos dos elementos (vt^*) en los análisis.

CLOSOS DE CAN GAIÀ

	Pieza	Cronología	Observaciones
FILÓN CLG-A1 ($vt = 0.26$)	1233	1000-800	Muy cálcicas
	204	1500	
	1594	1000-800	
FILÓN CLG-B1 ($vt^* = 0.28$)	2430	1500	Sobre-cocida
	209	1000-800	Pasa a CLG-B2
	2795	1700	Sobre-cocida
	149	1700	Sobre-cocida
FILÓN CLG-B2 ($vt^* = 0.19$)	187	1000-800	
	2664	1000-800	
	2758	1000-800	
	154	1000-800	
	160	1700	
	207	1700	
	219	1500	
	281	1000-800	
FILÓN CLG-C	2755	Indet.	Loner Foránea
FILÓN CLG-D	Arcilla	1000-800	Loner Ecofacto cista UE-18

PUIG DE SA MORISCA

	Pieza	Cronología	Observaciones
FILÓN SM-A1 ($vt^* = 0.12$)	362	400-300	
	238	350	Asimilada por estadísticos descriptivos, no incluida en MVC por valor perdido en Zr
	293	350	
	394	400-300	
	495	1200-800	
	475	1200-800	
	970	400-300	
	971	400-300	
	284	350	
	663	400-300	
	802	400-300	
	660	350	
	697	800-500	
	837	1200-800	
	246	400-300	
	683	400	
	471	1200-800	
	661	400	
659	400		

Análisis de materiales arqueológicos

	Pieza	Cronología	Observaciones
	468	1200-800	
	325	350	
	416	400-300	
	823	400-300	
	642	400-300	
	689	400	
	708	400	
	FILÓN SM-B1 (vt* = 0.21)	665	400
634		1200-800	
349		350	
834		400-300	
198		350	
245		350	
NO CLASIFICADOS	180	400-300	Loner
	473	1200-800	Loner
	386	400-300	
	280	350	
	426	400-300	
	796	400	
	625	1200-800	Única del BF con CaO bajo
	627	1200-800	
	470	1200-800	
	705	400	

	Pieza	Cronología	Observaciones
	181	350	
	1351	1100-800	
	140	300	
	1125	1200-800	
	472	1200-800	
	138	400-300	
	C-36	130	Loner, K ₂ O, TiO ₂ , Rb y Zr más altos; CaO muy bajo

TURÓ DE SES ABELLES:

Producción	Pieza	Petrogrupo	Observaciones
FILÓN TSB-A1 (vt = 0.18)	5/20		
	6/82	2	
FILÓN TSB-A2 (vt = 0.27)	8/34		
	7/32		
	6/66		
	9/80		
FILÓN TSB-A3 (vt* = 0.21)	17/25		
	6/80		
	9/81		
	9/84		
No Clasificada	9/14		Outlier TSB-A3
No clasificada	6/87		Outlier TSB-A3
No clasificada	6/79		Outlier TSB-A3
FILÓN TSB-B1 (vt = 0.2)	1/303		
	1/295		
No clasificada	1/294	2	
No clasificada	7/10		
FILÓN TSB-B2 (vt = 0.3) (vt* = 0.13)	2/40		
	1/296		
	2/42		
	6/61		Presencia de dolomita
	6/72		
FILÓN SM-A1	4/43		Pesa de Telar

Producción	Pieza	Petrogrupo	Observaciones
No clasificado	8/33		Pesa de Telar
No clasificado	9/90		
No clasificado	1/297		
NO CLASIFICADOS	6/79		Outlier TSB-A3
	8/77		Eco-facto, K ₂ O muy alto No asimilable a SM-B1
	17/23		
	7/159		
	7/33		
	8/32		
	6/81		
	8/78		Eco-facto
	TSB-1		Loner Material de construcción
	1/300		Zr y SiO ₂ muy alto, No asimilable a SM-B1
	9/91		Rb muy alto para SM-B1
	6/65		MgO muy alto, Presencia de montmorillonita
	8/65		
	5/19		Zn alto, TiO ₂ y Fe ₂ O ₃ bajo
	4/66		Adobe

10.3. Comparativa con los análisis químicos realizados en el Turriforme escalonado de Son Ferrer.

Finalmente, para acabar de realizar el estudio químico de cerámicas adscritas a yacimientos de la zona de *Santa Ponça*, se han integrado en el análisis los datos químicos realizados sobre vasijas a mano procedentes del turriforme escalonado de *Son Ferrer*. Estas piezas han sido analizadas mediante FRX por el Dr. M. A. Cau y la Dra. E. Tsantini (ERUAB). Del conjunto de datos relacionados con 43 cerámicas a mano estudiadas por estos autores, se han seleccionado, previamente normalizados a 100%, los elementos químicos MgO, Al₂O₃, SiO₂, K₂O, CaO, TiO₂, Fe₂O₃, Zn, Rb, Sr y Zr. La variación total del conjunto analizado incluyendo las piezas de este yacimiento es de 1.618 como se puede observar en el siguiente cuadro. Los elementos que introducen más variabilidad en los datos son, como en los casos anteriores, el CaO, Sr, TiO₂, MgO, K₂O y Fe₂O₃. Para la representación del dendograma se han calculado los logaritmos de razón del conjunto de datos utilizando como divisor el SiO₂, que es el elemento que introduce menos variabilidad en el conjunto de los datos.

	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Zn	Rb	Sr	Zr
MgO	0.0000	0.2169	0.1738	0.1291	0.4842	0.5403	0.3342	0.2677	0.2212	0.4523	0.3564
Al ₂ O ₃	0.2169	0.0000	0.0239	0.1357	0.6899	0.1863	0.0948	0.0700	0.1002	0.3798	0.0957
SiO ₂	0.1738	0.0239	0.0000	0.0913	0.7061	0.2581	0.1266	0.1067	0.0958	0.3728	0.1095
K ₂ O	0.1291	0.1357	0.0913	0.0000	0.6110	0.4886	0.2887	0.2312	0.1146	0.3541	0.2712
CaO	0.4842	0.6899	0.7061	0.6110	0.0000	1.0518	0.8452	0.6496	0.6531	0.5199	0.8467
TiO ₂	0.5403	0.1863	0.2581	0.4886	1.0518	0.0000	0.0666	0.2184	0.4558	0.6137	0.1051
Fe ₂ O ₃	0.3342	0.0948	0.1266	0.2887	0.8452	0.0666	0.0000	0.1369	0.2704	0.4759	0.0673
Zn	0.2677	0.0700	0.1067	0.2312	0.6496	0.2184	0.1369	0.0000	0.1468	0.3846	0.1453
Rb	0.2212	0.1002	0.0958	0.1146	0.6531	0.4558	0.2704	0.1468	0.0000	0.3353	0.2597
Sr	0.4523	0.3798	0.3728	0.3541	0.5199	0.6137	0.4759	0.3846	0.3353	0.0000	0.3716
Zr	0.3564	0.0957	0.1095	0.2712	0.8467	0.1051	0.0673	0.1453	0.2597	0.3716	0.0000
?i	3.1762	1.9932	2.0645	2.7156	7.0574	3.9847	2.7068	2.3573	2.6530	4.2599	2.6286
vt/?i	0.5094	0.8118	0.7837	0.5958	0.2293	0.4061	0.5978	0.6864	0.6099	0.3798	0.6156
r v,?	0.7270	0.9779	0.9924	0.8689	0.0621	0.8812	0.8634	0.9648	0.9369	0.6331	0.8812
vt	1.6180										

Al igual que sucedía en los análisis realizados antes incluyendo esta variable, se observan dos ramificaciones claras así como una serie de casos perdidos en función del contenido en CaO. Por un lado, un **Grupo poco cálcico** de 44 piezas con una cantidad de CaO baja (5%) o moderada (15%), aunque el 18% de las piezas presentan entre 16 y 25%. Este grupo (Fig. 79) concentra una pieza foránea y las piezas poco cálcicas del Bronce Antiguo de *Closos de Can Gaià*, las piezas de la Producción TSF-E contemplada por Cau y Tsantini (e. p.) del turriforme escalonado de *Son Ferrer* y, por último, un grupo diferenciado de piezas poco cálcicas del *Turó de les Abelles* que destacan por sus altos niveles de Fe_2O_3 y TiO_2 . La amplia mayoría de las muestras se encuadran en el Postalayótico II o el Bronce Antiguo. Dentro de este grupo, destaca la práctica ausencia de piezas del *Puig de Sa Morisca*, donde sólo se constatan dos piezas muy singulares, la SM-625 del Bronce Final y el conjunto 36, hallado en el poblado y asociado al Postalayótico Final. Probablemente, esta ausencia de cerámicas del *Puig de Sa Morisca* dentro del grupo se deba a motivos tecnológicos y/o a un alto contenido de CaO de la arcilla base utilizada para fabricar las piezas de este yacimiento, ya que en el entorno de *Santa Ponça* se documentan sobre todo, como hemos visto, arcillas calcáreas.

Por otro lado, está un **Grupo muy cálcico** compuesto por 68 piezas que presentan niveles altos o muy altos de CaO, la amplia mayoría entre 25 y 50%. Como se ha observado, y se señalará a continuación en el análisis petrográfico y textural, esta alta cantidad de CaO se asocia directamente a la adición de calcita cristalina a la pasta cerámica en combinación, normalmente, con la utilización de arcillas calcáreas. Dentro de este grupo, se han situado piezas de todos los yacimientos, aunque se observa el predominio de piezas del *Puig de Sa Morisca*, donde prácticamente todas las cerámicas se han agrupado en esta rama muy cálcica, independientemente de su cronología. También se han agrupado la amplia mayoría de piezas del Bronce Medio y Final de *Closos de Can Gaià*, y el resto de producciones de *Son Ferrer*, excepto TSF-E. Finalmente, se han situado las piezas del *Turó de les Abelles* que no se habían podido clasificar dentro de alguna producción, las que se habían agrupado en SM-B1 y la producción TSB-B1. De este yacimiento, se incluyen también los ecofactos y las pesas de telar analizados.

En definitiva, dentro de este nudo del dendrograma se sitúan piezas y artefactos muy variados, que abarcan, además, una amplia cronología, con periodos que van desde el Bronce Medio hasta el Postalayótico Final. Aunque en esta última fase se observa una disminución del número de piezas extremadamente calcáreas.

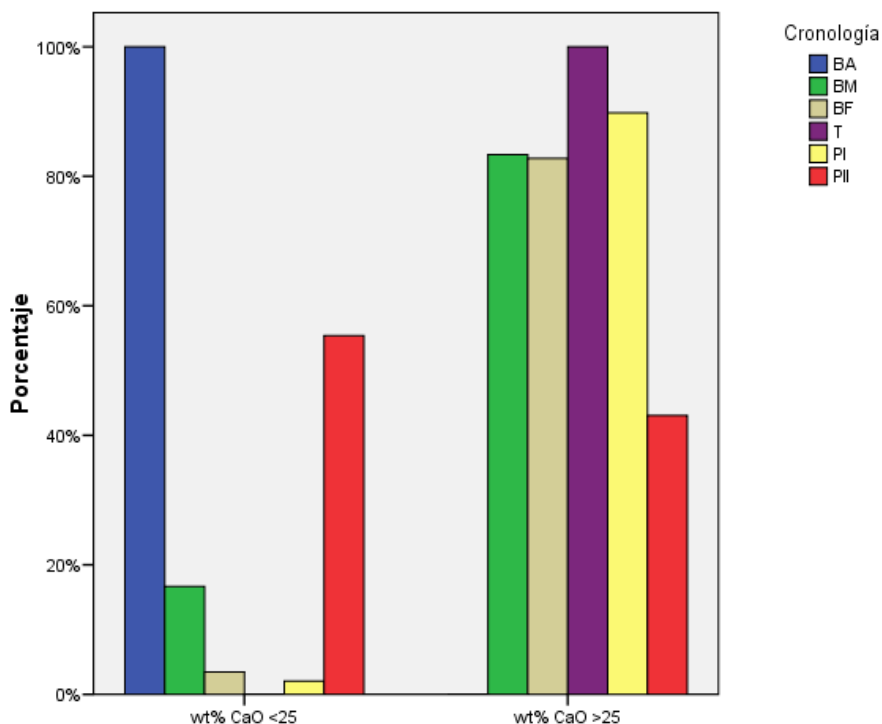


Figura 79. Porcentaje de piezas según cronología y agrupaciones del dendrograma incluyendo CaO y Sr.

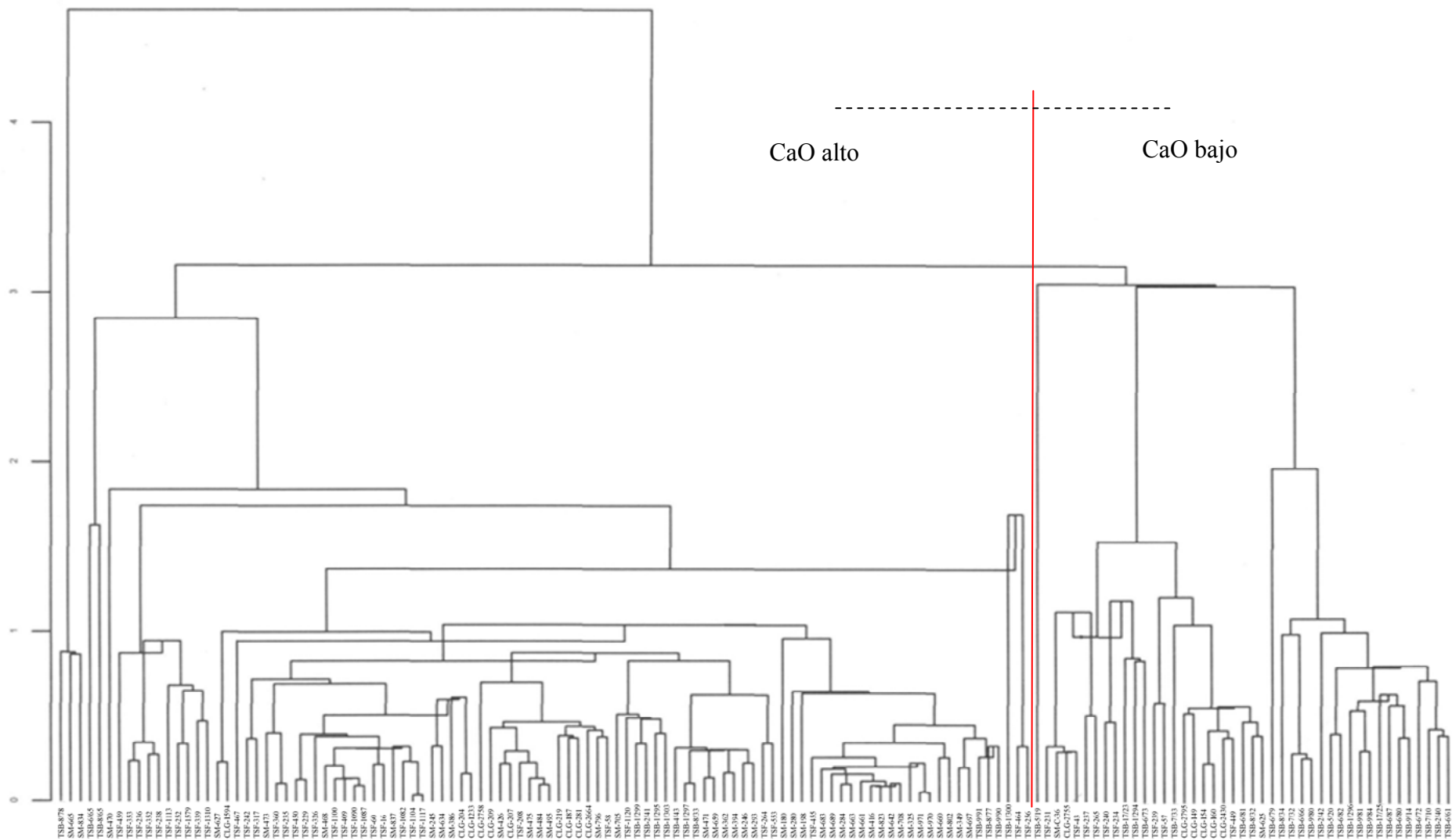
Como se ha comprobado, las agrupaciones realizadas se relacionan más con factores tecnológicos que desvirtúan las posibles asociaciones químicas que se puedan realizar en términos de origen de las materias primas. De este modo, se ha procedido de nuevo a realizar el cálculo de la Matriz de Variación Composicional sin considerar el CaO ni el Sr (Cuadro 26). Las variables que introducen más variabilidad son MgO, TiO₂, K₂O y Rb. La variación total sin CaO y Sr (vt^*) se reduce notablemente frente a los análisis estadísticos realizados anteriormente ($vt^* = 0.77$). Una vez más se ha corroborado que CaO y Sr son dos elementos que introducen una gran variabilidad en el conjunto cerámico analizado, sin embargo, el alto vt^* nos sugiere un comportamiento poligénico, donde hay más de una producción. Para realizar el análisis de conglomerados jerárquicos se han calculado los logaritmos de razón del conjunto de datos utilizando como divisor el Al₂O₃, que constituye el elemento que introduce menos variabilidad en el conjunto de los datos.

Cuadro 26. Matriz de variación composicional incluyendo los individuos de *Son Ferrer* y sin considerar CaO y Sr en el análisis.

	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Zn	Rb	Zr
MgO	0.0000	0.2169	0.1738	0.1291	0.5403	0.3342	0.2677	0.2212	0.3564
Al ₂ O ₃	0.2169	0.0000	0.0239	0.1357	0.1863	0.0948	0.0700	0.1002	0.0957
SiO ₂	0.1738	0.0239	0.0000	0.0913	0.2581	0.1266	0.1067	0.0958	0.1095
K ₂ O	0.1291	0.1357	0.0913	0.0000	0.4886	0.2887	0.2312	0.1146	0.2712
TiO ₂	0.5403	0.1863	0.2581	0.4886	0.0000	0.0666	0.2184	0.4558	0.1051
Fe ₂ O ₃	0.3342	0.0948	0.1266	0.2887	0.0666	0.0000	0.1369	0.2704	0.0673
Zn	0.2677	0.0700	0.1067	0.2312	0.2184	0.1369	0.0000	0.1468	0.1453
Rb	0.2212	0.1002	0.0958	0.1146	0.4558	0.2704	0.1468	0.0000	0.2597
Zr	0.3564	0.0957	0.1095	0.2712	0.1051	0.0673	0.1453	0.2597	0.0000
?i	2.2397	0.9235	0.9856	1.7505	2.3192	1.3857	1.3231	1.6646	1.4103
vt/?i	0.3473	0.8423	0.7893	0.4444	0.3354	0.5614	0.5879	0.4673	0.5516
r v,?	0.6038	0.9713	0.8666	0.4909	0.7254	0.4129	0.9152	0.6878	0.5504
vt	0.7779								

El dendrograma resultante de este análisis mantiene las agrupaciones o producciones establecidas anteriormente, además, se han mantenido también las producciones TSF-A, TSF-B y TSF-C establecidas por Cau y Tsantini (e. p.) para el yacimiento de *Son Ferrer*. El Filón TSF-C se ha mantenido, incluyendo los individuos no clasificados TSF-237 y TSF-256, sin embargo éstos difieren en sus valores (Tabla 8) de los de este filón, especialmente en lo que se refiere al CaO, por lo que deben considerarse mal clasificados.

Dendrograma obtenido del análisis de agrupamiento centroide sobre la subcomposición: Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO , TiO_2 , MgO , K_2O , Rb , Sr , Zr y Zn de los datos transformados en logaritmos de razones.



Salvo por ligeras variaciones en los mínimos observados en las concentraciones de Sr y Zn (Cuadro), puede señalarse que el Filón TSF-C se ha agrupado a su vez muy bien en los estadísticos descriptivos de la producción SM-A1, hegemónica y cronológicamente diversa, del *Puig de Sa Morisca*. Ambos grupos unidos constituyen una producción de 40 piezas con un origen geoquímico muy similar (Cuadro 27).

Cuadro 27. Estadísticos descriptivos de las producciones TSF-C ($n=13$) y SM-A1 ($n=27$) (elementos mayoritarios y minoritarios en wt%, elementos traza en ppm).

TSF-C	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
MgO	1,56	2,02	1,8692	,14506
Al ₂ O ₃	9,96	16,52	13,1377	1,80816
SiO ₂	35,10	52,60	42,7538	4,48442
K ₂ O	2,02	3,81	2,5962	,53424
CaO	17,71	45,23	33,5608	7,17556
TiO ₂	,50	,78	,6131	,07099
Fe ₂ O ₃	3,80	5,72	4,6054	,55294
Zn	71	122	92,65	15,427
Rb	85	144	107,15	17,310
Sr	144	416	245,62	81,682
Zr	115	173	141,23	19,409

SM-A1	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
MgO	,999	1,719	1,35185	,180156
Al ₂ O ₃	10,904	17,883	13,95419	1,869848
SiO ₂	29,744	51,483	39,24244	5,661797
K ₂ O	1,471	3,313	2,46559	,481292
CaO	17,519	49,470	36,00581	8,536573
TiO ₂	,49	1,08	,73800	,126136
Fe ₂ O ₃	3,31	7,00	4,79696	,897124
Zn	82	162	113,85	21,672
Rb	83	170	123,89	26,497
Sr	196	721	462,15	134,103
Zr	114	206	149,30	22,542

El resto de las producciones constatadas se mantienen individualizadas y no han podido asimilarse con ninguna producción del turriforme escalonado de *Son Ferrer*. Como ya observamos anteriormente, las producciones TSB-A1, TSB-A2 y TSB-A3 se han separado claramente del resto de piezas de los otros yacimientos por los altos niveles de TiO_2 y Fe_2O_3 . Por otro lado, las producciones SM-B1, TSB-B1, TSB-B2, CLG-A1, CLG-B1 y CLG-B2 se han mantenido, como antes, separadas entre sí y no se han agrupado con ninguna de las producciones establecidas con las cerámicas de *Son Ferrer*. De este modo, las producciones de este yacimiento se han mantenido coherentes e individualizadas, incluyendo sólo pequeños cambios. Por un lado, el Filón TSF-B ha incluido el *loner* SM-180, Por otro lado, el Filón TSF-D cambia TFS-1120 por TFS-240, finalmente, el Filón TSF-A incluye la pieza no clasificada TFS-58. Para acabar, señalar que, si no se consideran el CaO y Sr en los análisis, se descomponen las producciones relacionadas con el Filón TSF-F y el Filón TSF-E del turriforme escalonado de *Son Ferrer*, establecidas por Cau y Tsantini.

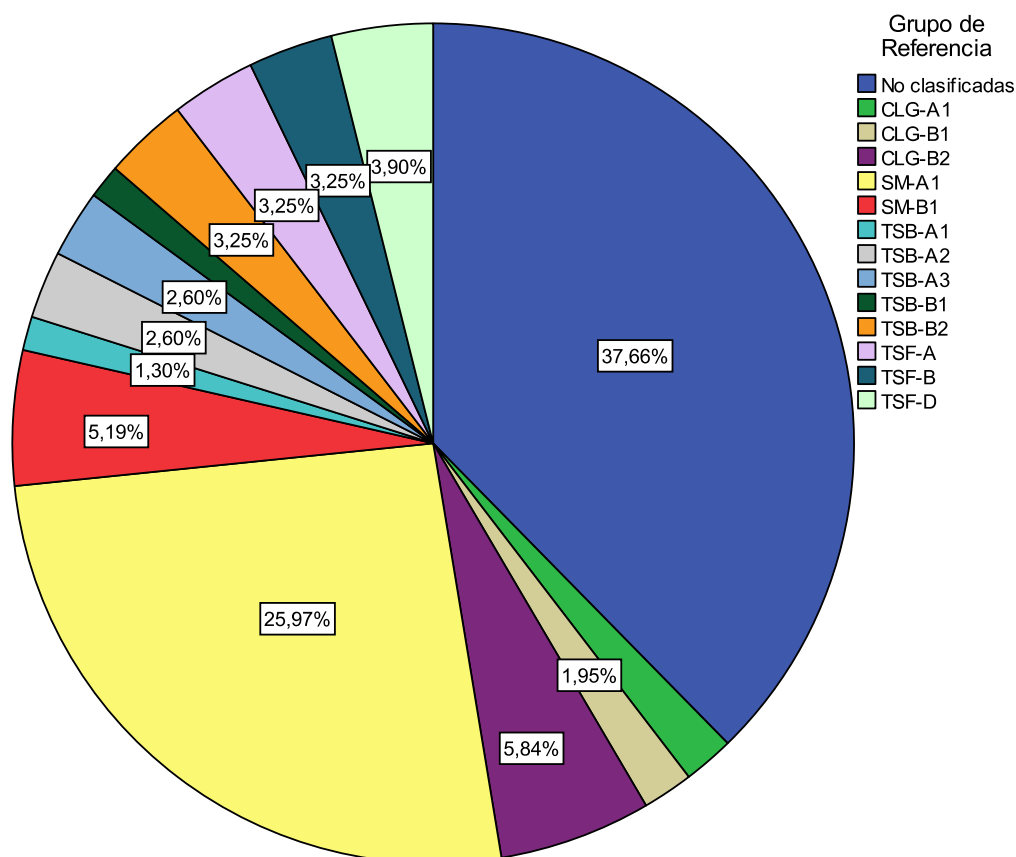


Figura 80. Porcentaje de cada una de las producciones constatadas incluyendo todos los yacimientos y las piezas no clasificadas.

10.4. Conclusiones del análisis químico mediante FRX.

El análisis químico efectuado sobre el registro cerámico ha proporcionado interesantes datos relacionados tanto con el origen cómo con la tecnología de los artefactos. Por un lado, se ha podido determinar que una serie de piezas presentan una composición química peculiar y sólo han podido ser consideradas como individuos composicionalmente aislados y singulares. Por otro lado, se ha podido comprobar que, en gran medida, podemos clasificar el registro, en primera instancia, en función de la cantidad de CaO que presentan las muestras, lo que nos dirige hacia materiales de características muy diferentes según se trate de individuos poco calcáreos o silicios, moderadamente calcáreos y muy calcáreos.

El análisis químico ha permitido también observar como hay una clara correlación entre las concentraciones de diversos pares de elementos entre las que debemos señalar el CaO-SiO₂, CaO y Al₂O₃. Esta correlación parece, como veremos a continuación, estrechamente vinculada a nivel mineralógico con la cantidad de minerales de la arcilla y de calcita que presentan las distintas piezas. También, hemos podido constatar una intensa correlación entre el Fe₂O₃-TiO₂. Observamos piezas, exclusivamente del *Turó de les Abelles*, que pueden llegar a tener cantidades muy altas de estos elementos, lo que podría estar indicándonos la presencia de pastas más ferruginosas y/o más inclusiones óxidos de hierro en algunas de las cerámicas debiéndose corroborar esta opción con el análisis petrográfico y mineralógico.

Definitivamente, podemos señalar que hay una serie de elementos que difieren enormemente de unas piezas a otras, principalmente CaO, Fe₂O₃, K₂O, TiO₂, Zr, Rb. Las variaciones en la composición, se constatan principalmente en estos elementos, y el adecuado tratamiento estadístico de los datos ha permitido establecer diferentes agrupaciones de muestras que responden a composiciones peculiares y extremadamente semejantes. De este modo, se han definido distintas producciones que se asocian con los distintos yacimientos analizados, lo que podría estar indicando un origen diferente para las piezas de los distintos asentamientos así como una serie de producciones propias dentro de los mismos: *Turó de Ses Abelles* (TSB-A1, A2, A3, B1 y B2), *Puig de Sa Morisca* (SM-A1 y B1) y *Closos de Can Gaià* (CLG-A1, B1 y B2).

Un alto número de las muestras analizadas no ha podido clasificarse dentro de ninguno de los grupos establecidos, lo que ha generado que una gran parte del registro deba considerarse como “no clasificado”. Ello resulta a su vez indicativo de una alta variabilidad en los materiales y/o en las técnicas utilizadas en la fabricación de los objetos cerámicos.

Finalmente, una comparativa de la clasificación realizada con los datos y los Grupos de Referencia Composicional disponibles de los análisis efectuados en el turriforme escalonado de *Son Ferrer* nos ha permitido observar como una de las producciones más significativas de este yacimiento, característica durante época Talayótica (TSF-C1), se ha agrupado perfectamente con el principal Grupo de Referencia observado en *Puig de Sa Morisca* (SM-A1), indicándo una estrecha relación en la producción de cerámica entre ambos yacimientos, al menos para ese periodo. Por el contrario, el resto de producciones constatadas en *Son Ferrer* (TSF-A1, B1, D1 y E1) no se han agrupado con ninguna de las constatadas en los otros yacimientos de la zona. Ello nos revela que, probablemente, estas producciones tengan escasa relación con las constatadas en el *Puig de Sa Morisca* y el *Turó de les Abelles*.

Para acabar, señalar que los principales Grupos de Referencia del *Turó de les Abelles* han mostrado una composición que difiere enormemente, por su enriquecimiento en hierro y titanio, de las observadas en el resto de yacimientos de la zona, diferenciándose significativamente de los mismos. Sólo algunas piezas de este asentamiento no han podido ser clasificadas en los grupos de su propio yacimiento. Éstas podrían corresponderse con las producciones observadas en *Son Ferrer* y *Puig de Sa Morisca*, o bien vincularse a la utilización de unos recursos parecidos. Este aspecto evidencia que existe escasa relación entre el origen de las piezas que se están utilizando, y probablemente fabricando, en *Son Ferrer* o *Puig de Sa Morisca* y la gran mayoría de las que se constatan en el *Turó de les Abelles*.

11. ANÁLISIS PETROGRÁFICO Y MINERALÓGICO DE CERÁMICAS

11.1 Análisis mineralógico mediante Difracción de Rayos X (DRX).

11.1.1. Análisis mineralógico cualitativo.

Dentro de los minerales que podemos detectar en las 126 cerámicas analizadas mediante DRX (Tablas 10-13), podemos distinguir dos grandes grupos, los minerales plásticos o minerales de la arcilla y los anti-plásticos. La mayoría de las muestras han mostrado una gran semejanza en las fases minerales presentes, siendo éstas, principalmente, illita, moscovita, cuarzo, calcita y feldespatos tanto potásicos como cálcico-sódicos o plagioclasas (Fig. 88). Hay que señalar que, en abundantes difractogramas, se observan picos muy pronunciados de calcita que se relacionan con una gran cristalinidad, hecho que no limita la interpretación de los resultados.

Respecto a la matriz fina o arcilla se ha podido identificar, en la amplia mayoría de difractogramas asociados a cerámicas, el pico principal de los filosilicatos a 4.45 Å y un pico de illita-moscovita a 10 Å. En otras muestras, principalmente del *Turó de les Abelles*, se ha podido observar incluso un pico secundario de illita-moscovita a 5 Å. No se han observado otros minerales de la arcilla, salvo en la pieza TSB-6/65, donde, además de los picos de illita-moscovita, se ha documentado un pico muy intenso de montmorillonita a 15 Å (Fig. 82). En lo que se refiere a minerales no plásticos, se han identificado, de forma recurrente, la presencia de picos de cuarzo (3.34 Å) y calcita (3.03 Å). El pico principal de calcita, así como otros secundarios, están presentes en todas las muestras, excepto en las piezas no calcáreas TSB-17/23 (Fig. 87), TSB-7/159, CLG-2755. En estas piezas, el pico de calcita es inexistente o bien tiene escasa entidad. De forma accesoria (<3%), se ha documentado en todas las muestras la presencia de feldespato potásico (3.24 Å) y, en la mayoría de los casos, plagioclasas (3.18 Å). En algunas muestras cerámicas (TSF-56, TSF-317, TSF-1078, SM-426 y TSB-6/61) se ha identificado también dolomita (2.88 Å) (Fig. 83).

Por otro lado, se han identificado algunas trazas de óxidos de hierro en varias muestras cerámicas (Fig. 81 y 85), todas ellas del *Turó de les Abelles* (TSB-1/294; TSB-1/296; TSB-1/297, TSB-1/299; TSB-17/29; TSB-2/40; TSB-5/20; TSB-6/72; TSB-6/73; TSB-6/80, TSB-6/82; TSB-7/10; TSB-8/65; TSB-9/14; TSB-9/80). Estos picos son poco intensos, especialmente cuando el diagrama presenta picos más altos de calcita, por lo que sólo, a pesar de que pueden estar presentes en más muestras, se han consignado en aquellos diagramas donde los picos han resultado claramente evidentes o cuando el software *X-Powder* los ha detectado automáticamente. Entre los óxidos de hierro se han podido identificar picos de hematites (2.70 Å), titano-magnetita y/o maghemita⁹⁹ (2.58-2.51 Å).

Por lo que respecta a la presencia de fases minerales de neo-formación destaca su ausencia en la amplia mayoría del conjunto analizado (98.4%). Sólo se ha podido identificar, en dos piezas anteriores a 1500 BC de *Closos de Can Gaià* (CLG-2430 y CLG-2795) con un gran desarrollo del pico situado a 3.18 Å ligado a la formación de plagioclasas de alta temperatura como la anortita (Fig. 84). Por otro lado, se constata el desarrollo del pico situado a 2.85 Å asociado a la formación de gehlenita. Finalmente, se constata, en estas piezas, la cristalización de hematites.

Dentro de la composición mineralógica descrita y considerada básica para la mayoría de las piezas, destaca la pieza CLG-2755. Esta pieza presenta unos picos muy intensos, no observados en ninguna de las otras piezas, de illita-moscovita, cuarzo, plagioclasas (albita) y feldespato potásico (microclina y ortoclasa). Este aspecto revela ya, en los análisis de rayos X, que la composición mineralógica de esta cerámica difiere sustancialmente de la del resto del conjunto analizado (Fig. 86). Además, esta pieza no presenta calcita dentro de su composición, fenómeno que resulta muy minoritario dentro del conjunto estudiado.

⁹⁹ La diferenciación entre ambos minerales no es posible por difracción de rayos X debido a la práctica coincidencia de sus picos diagnóstico (Taboada *et al.* 1992).

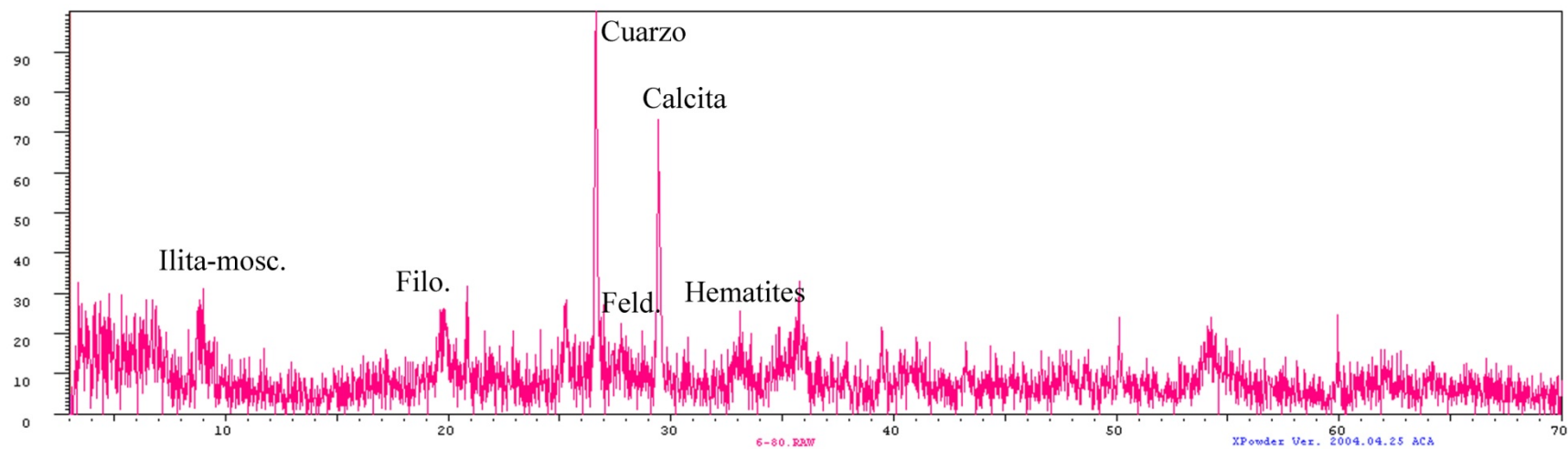


Figura 81. Difractograma (muestra total) mostrando un pico de hematites en la muestra TSB-6/80.

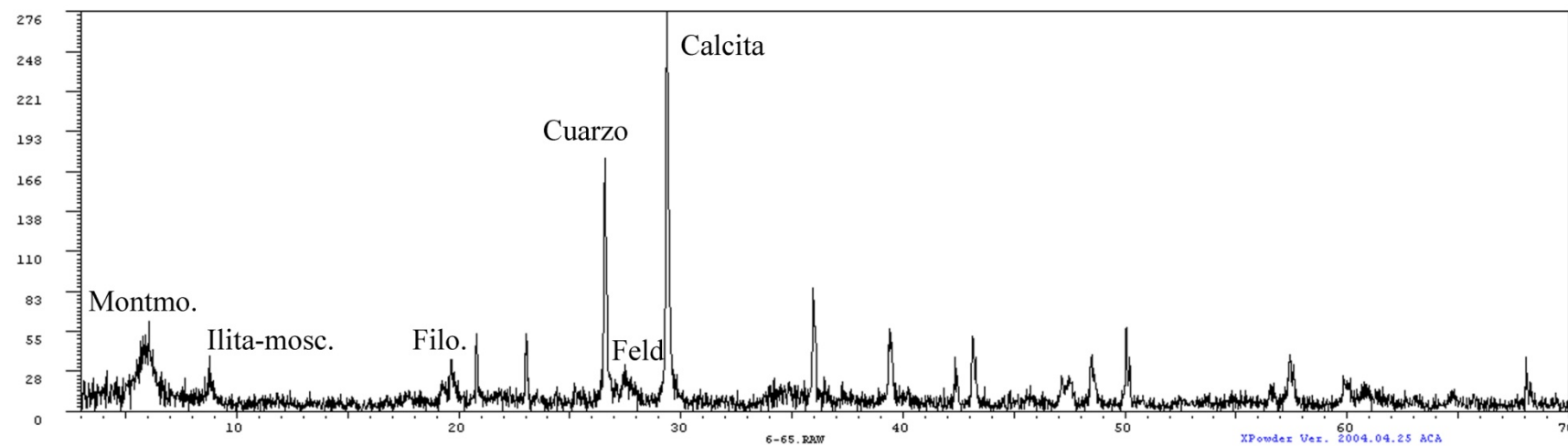


Figura 82. Difractograma (muestra total) mostrando un pico de montmorillonita en la pieza TSB-6/65.

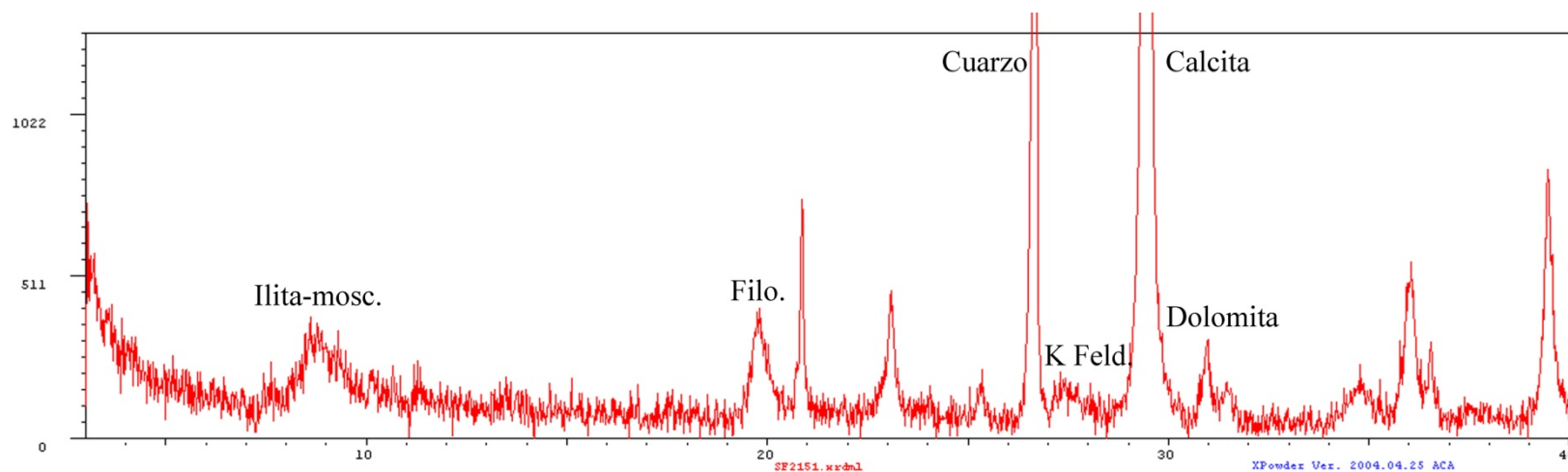


Figura 83. Difractograma (muestra total) mostrando un pico de dolomita (pieza TSF-1078).

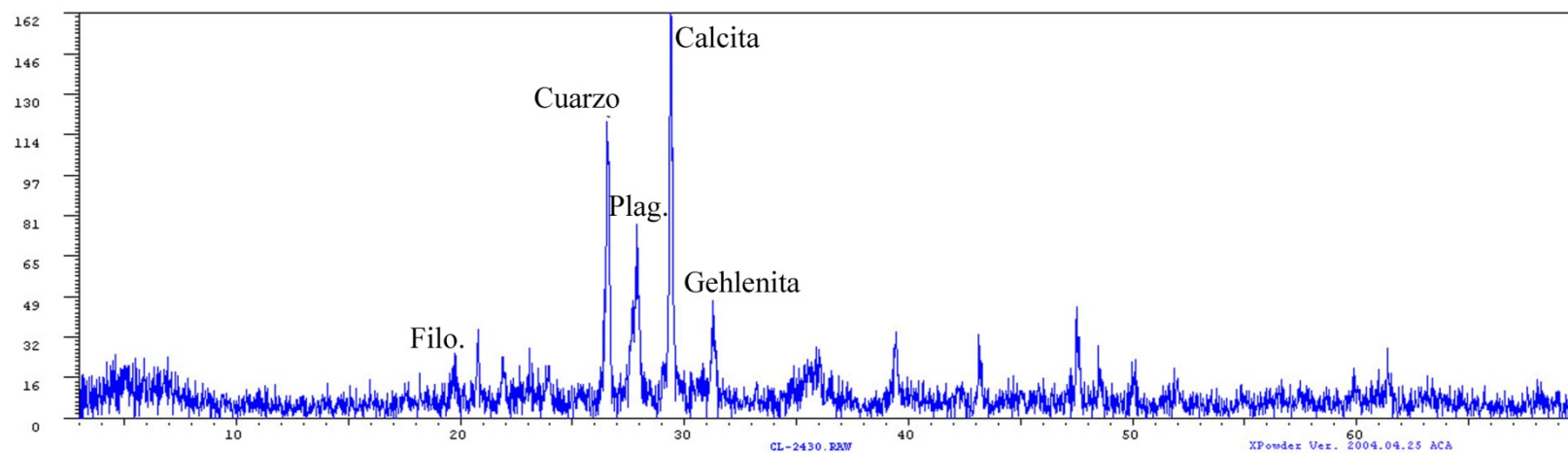


Figura 84. Difractograma (muestra total) mostrando el desarrollo de plagioclasas y la formación de gehlenita (pieza CLG-2430).

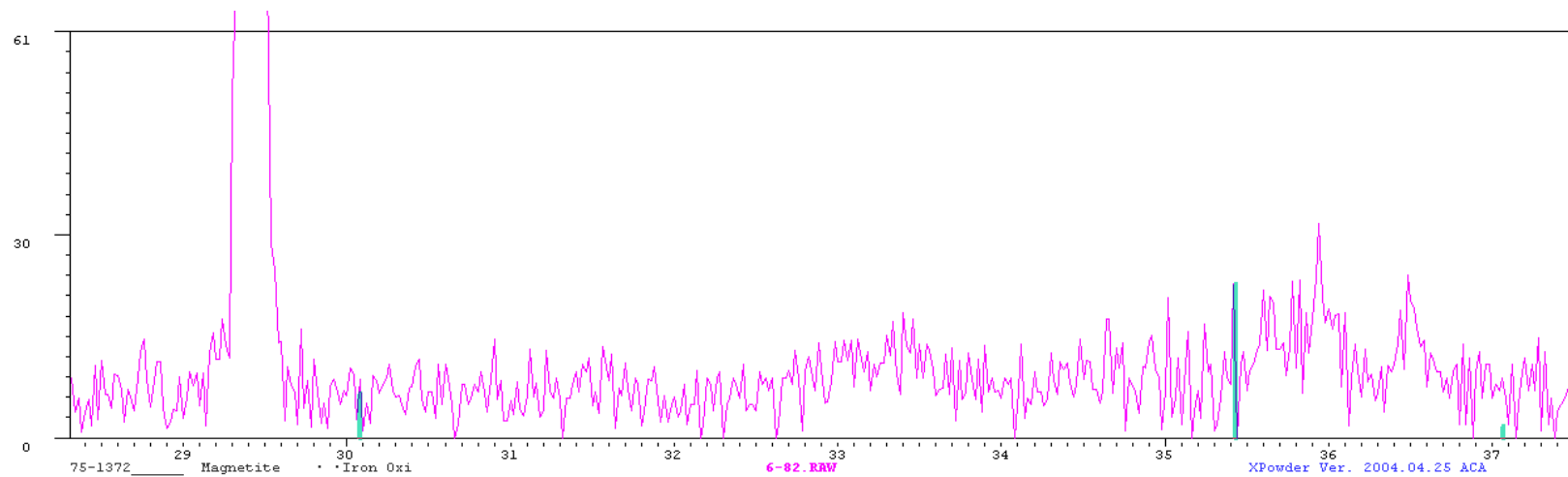


Figura 85. Difractograma (muestra total) mostrando el pico a 2.53 Å de maghemita (pieza TSB-6/82).

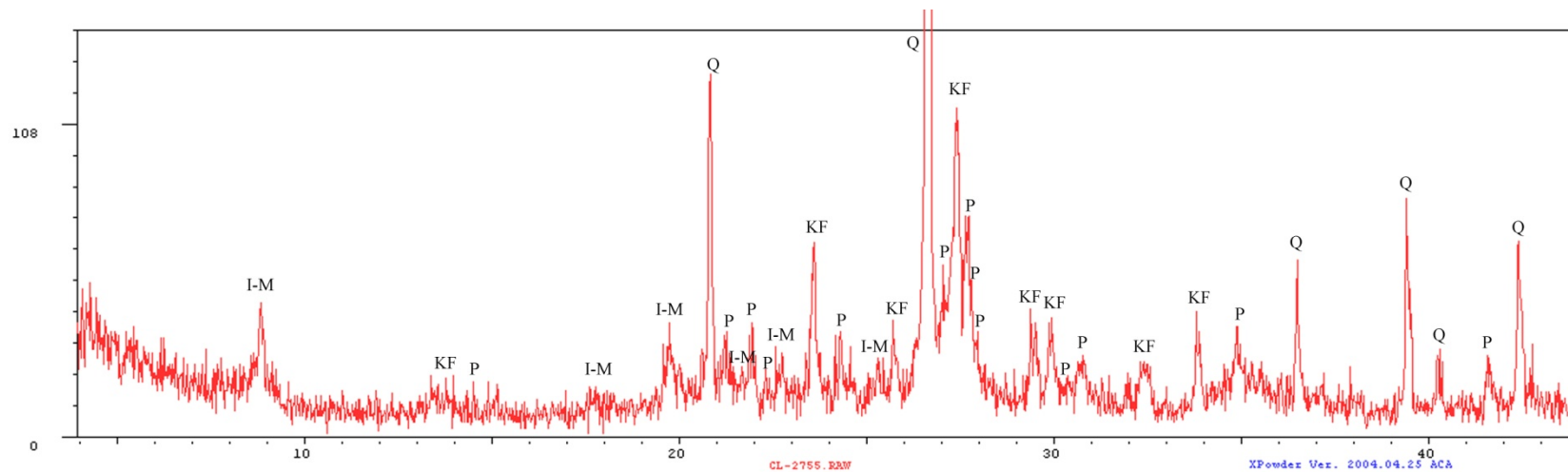


Figura 86. Difractograma (muestra total) de la pieza CLG-2755 muy rica en illita-moscovita (I-M), cuarzo (Q), feldespato potásico (KF) y plagioclasas (P).

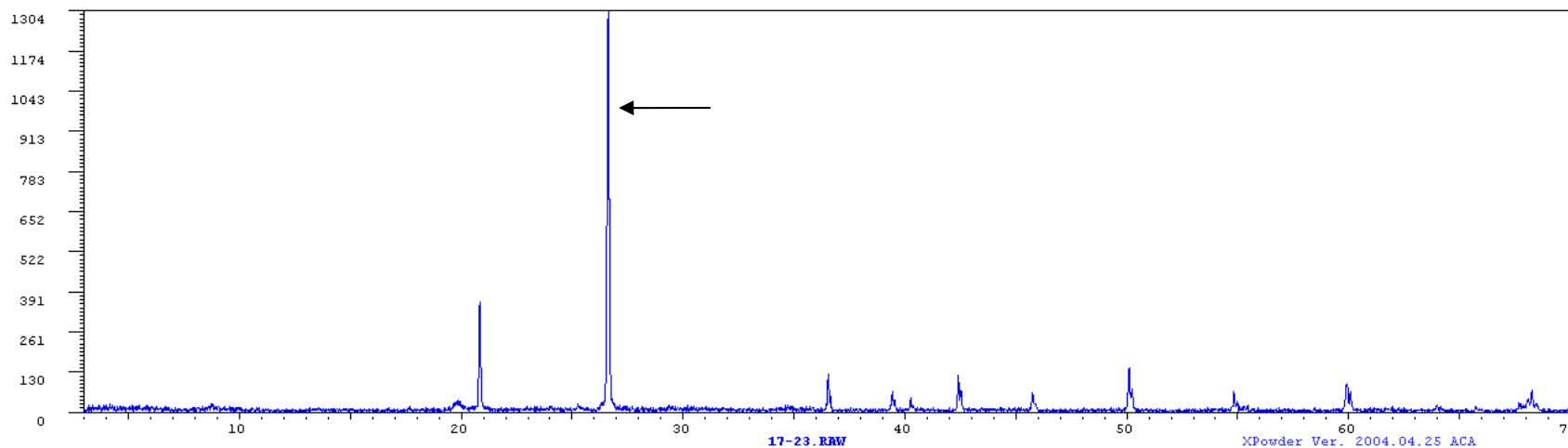


Figura 87. Difractograma (muestra total) mostrando la composición de la pieza TSB-17/23 con un pico muy intenso de cuarzo y donde está ausente la calcita

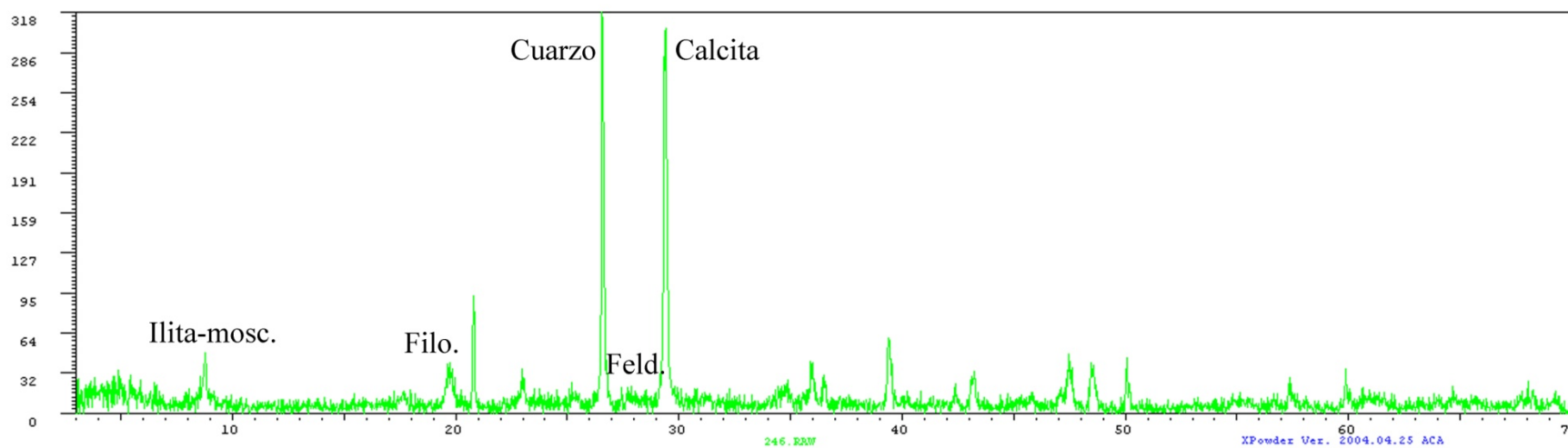


Figura 88. Difractograma (muestra total) mostrando las fases minerales más usuales identificados en el registro analizado (SM-246).

11.2. Análisis semi-cuantitativo.

Como se ha comentado anteriormente, cuantificar con precisión la composición mineralógica de una pieza resulta complicado a partir de las técnicas utilizadas en este estudio. Por un lado, el estudio petrográfico tradicional sólo permite realizar estimaciones cualitativas de la proporción de cada mineral presente en la pasta. Por otro lado, la cuantificación mediante difracción de Rayos X resulta problemática debido a varios problemas ya comentados, como la orientación preferencial de los cristales. A pesar de las carencias que tiene realizar cuantificaciones a partir de estos métodos, se ha creído conveniente implementar la información mineralógica documentada cualitativamente con otra de tipo cuantitativo, cuyos resultados se han considerado como relativos (Tablas 10-13). Este procedimiento se realiza, en todo momento, con el objetivo de hacer una lectura más eficaz de las fases mineralógicas de las muestras.

Como se ha visto, la composición mineralógica de las piezas, salvo en contadas excepciones, resulta muy homogénea en el conjunto analizado, algo que suele ser usual en materiales que proceden de medios sedimentarios. En este tipo de entorno, las variaciones mineralógicas entre distintos tipos de depósitos son más cuantitativas que cualitativas (Quinn y Day 2007). Disponer de información de la cantidad relativa de algunos minerales mayoritarios presentes en las pastas, como el cuarzo y la calcita, puede ayudarnos a establecer, a grandes rasgos, distintas tendencias mineralógicas en el registro que pueden complementar posteriormente a los datos obtenidos mediante el estudio petrográfico, textural y químico de las muestras.

Las mayores variaciones se producen en los dos minerales citados, especialmente en la cantidad de calcita. Si realizamos un histograma a partir del contenido de calcita de las muestras observamos claramente una distribución bimodal en el conjunto de los individuos que se ajusta a los resultados químicos obtenidos (Fig. 89). Por un lado, se constata un grupo de 15 muestras que se caracterizan por presentar una cantidad de calcita inferior al 20%. Por otro lado, se documentan el resto de individuos que poseen cantidades superiores al 20%, llegando a presentar niveles muy altos en algunos artefactos.

Esta distribución revela que existen distintos comportamientos relacionados con la selección de materia prima y/o la preparación de las pastas cerámicas que habrían condicionado la cantidad, alta o baja, de calcita existente en cada pieza. Podemos dividir por tanto, de forma preliminar y en primera instancia, las cerámicas en grupos básicos de carácter general según se trate de muestras muy, poco o nada calcáreas. Como hemos podido constatar, esta primera distinción entre las cerámicas es fácilmente observable a partir DRX, ya que las piezas con una alta cantidad de calcita, han mostrado en los diagramas picos a 3.03 Å y picos secundarios muy intensos asociados a este mineral (Fig. 92). En cambio, en las piezas con menos de 20% de calcita, estos picos son mucho más discretos y, por el contrario, adquieren mayor importancia otros componentes minerales de la pasta como el cuarzo (Fig. 91), los filosilicatos y fases, como los óxidos de hierro o los feldespatos, que se presentan generalmente de forma accesoria en las cerámicas.

El cuarzo muestra un comportamiento diferente al de la calcita (Fig. 90), con una tendencia unimodal positiva. La mayoría de las muestras cerámicas (84%, $n = 126$) se caracterizan por tener <15% de cuarzo. Por encima de esta cantidad, el número de muestras muy ricas en cuarzo se reduce a 24, sin existir un comportamiento que se ajuste a una distribución normal. Si analizamos la correlación existente entre ambas variables en un gráfico bivariado (Fig. 93) observamos que existe una relación negativa muy significativa (Cuadro 28) entre la cantidad de calcita y cuarzo que hay en las muestras ($r_{\text{Pearson}} = -0.926$; $n = 126$; nivel de significación 99%). Las piezas que poseen más calcita poseen una cantidad muy baja de cuarzo y a la inversa. Como se ha señalado anteriormente, lo mismo que sucede con la cantidad de minerales de la arcilla, variable que también está correlacionada negativamente con la calcita ($r_{\text{Pearson}} = -0.957$). Finalmente, existe una correlación positiva entre la cantidad de cuarzo y filosilicatos ($r_{\text{Pearson}} = 0.870$). En este sentido, existe una gran dispersión en las piezas en función de la composición mineralógica básica, basada en las cantidades de cuarzo, calcita y minerales de la arcilla, variables que suponen más de un 85% de la composición mineralógica total de las muestras. Podemos argumentar, por tanto, la existencia de distintos tipos de cerámicas en el registro analizado, que se han concretado con más precisión en los estudios químicos y también en los petrográficos, que se detallan a continuación.

Cuadro 28. Correlación r Pearson entre los minerales mayoritarios detectados con DRX.

		Filosilicatos	Calcita	Cuarzo
Filosilicatos	Correlación de Pearson	1	-,957	,870
Calcita	Correlación de Pearson	-,957	1	-,926
Cuarzo	Correlación de Pearson	,870	-,926	1
	<i>N</i>	126	126	126

Los análisis de DRX evidencian que las cantidades tan altas de calcita, observadas en muchas de las muestras, resultan inusuales en sedimentos arcillosos que suelen utilizarse para la producción de cerámica. Esta composición muy calcárea supone una baja cantidad de minerales de la arcilla (<35%) lo que reduciría la plasticidad de la materia prima e impediría el modelado de una cerámica. Cabe pensar, como se comentará en capítulos posteriores, que este comportamiento mineralógico puede estar relacionado con aspectos tecnológicos, como la adición a la pasta de algún tipo de calcita bien cristalizada. En este sentido, la adición de calcita habría determinado, necesariamente, en un conjunto de datos cerrado, una disminución porcentual de los otros minerales que están presentes en la materia prima utilizada. Para corroborar esta hipótesis, se ha acudido al examen óptico de las muestras mediante microscopio petrográfico y estereoscópico. En el caso de confirmarse una relación entre la intensidad de los picos de calcita en los diagramas de rayos X y la adición de desgrasantes formados por calcita a las pastas, estaremos en disposición de aceptar que mediante difracción y fluorescencia de rayos X se pueden visualizar de forma indirecta conductas tecnológicas relacionada con la adición de determinados tipos de desgrasantes minerales.

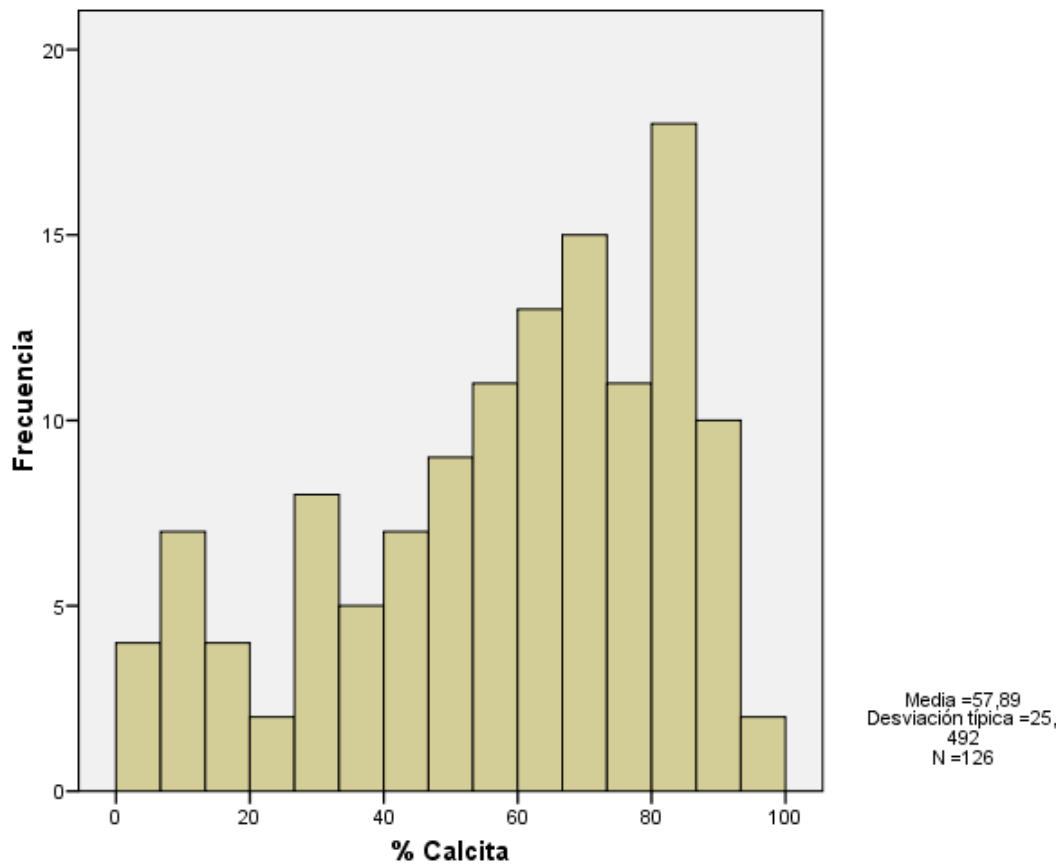


Figura 89. Histograma según % de calcita de las muestras analizadas mediante DRX.

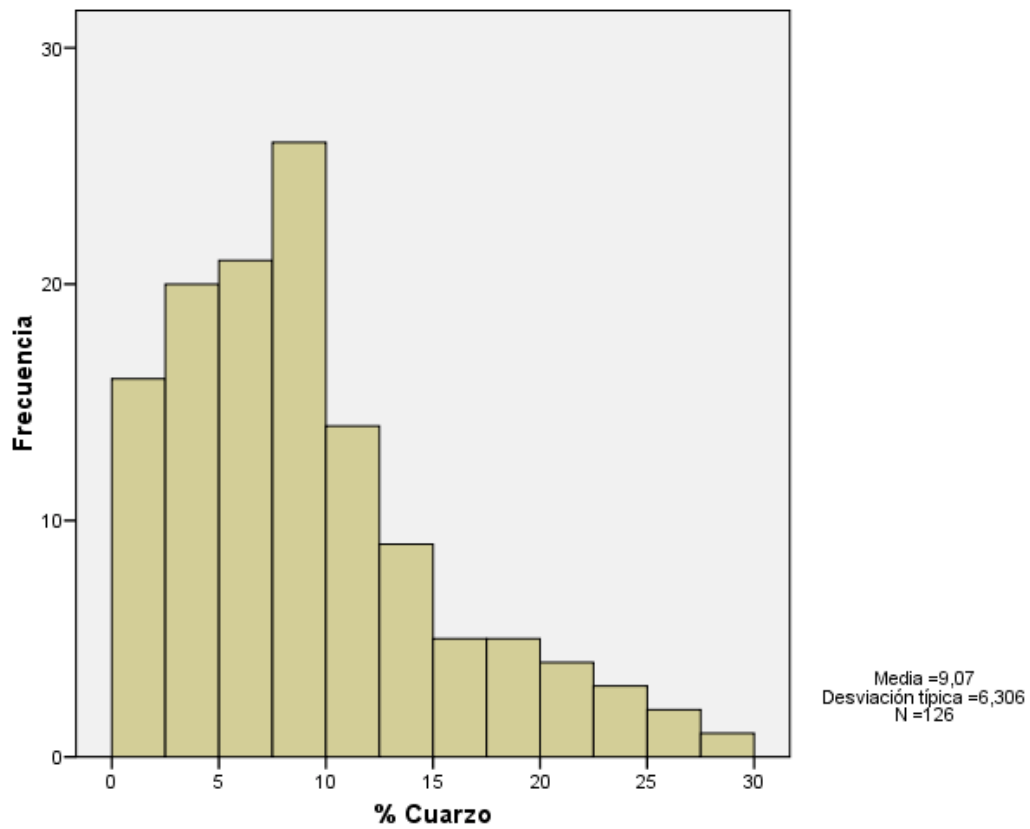


Figura 90. Histograma según % de cuarzo de las muestras analizadas mediante DRX.

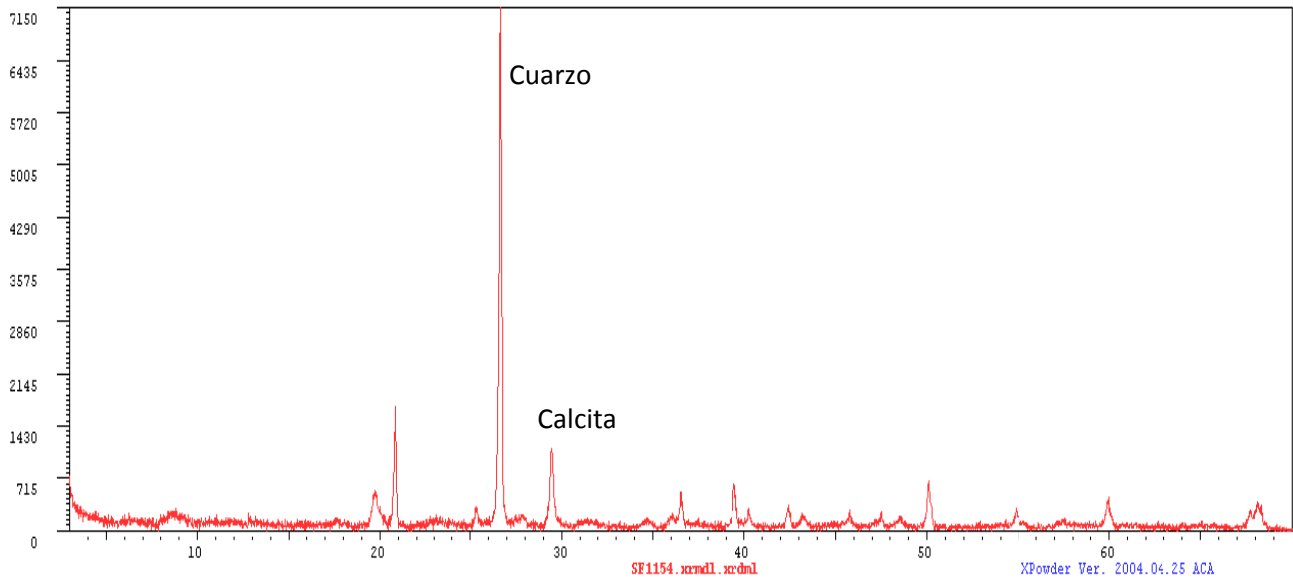


Figura 91. DRX (muestra total) perteneciente a una muestra baja en calcita pero rica en cuarzo y filosilicatos (TSF-57).

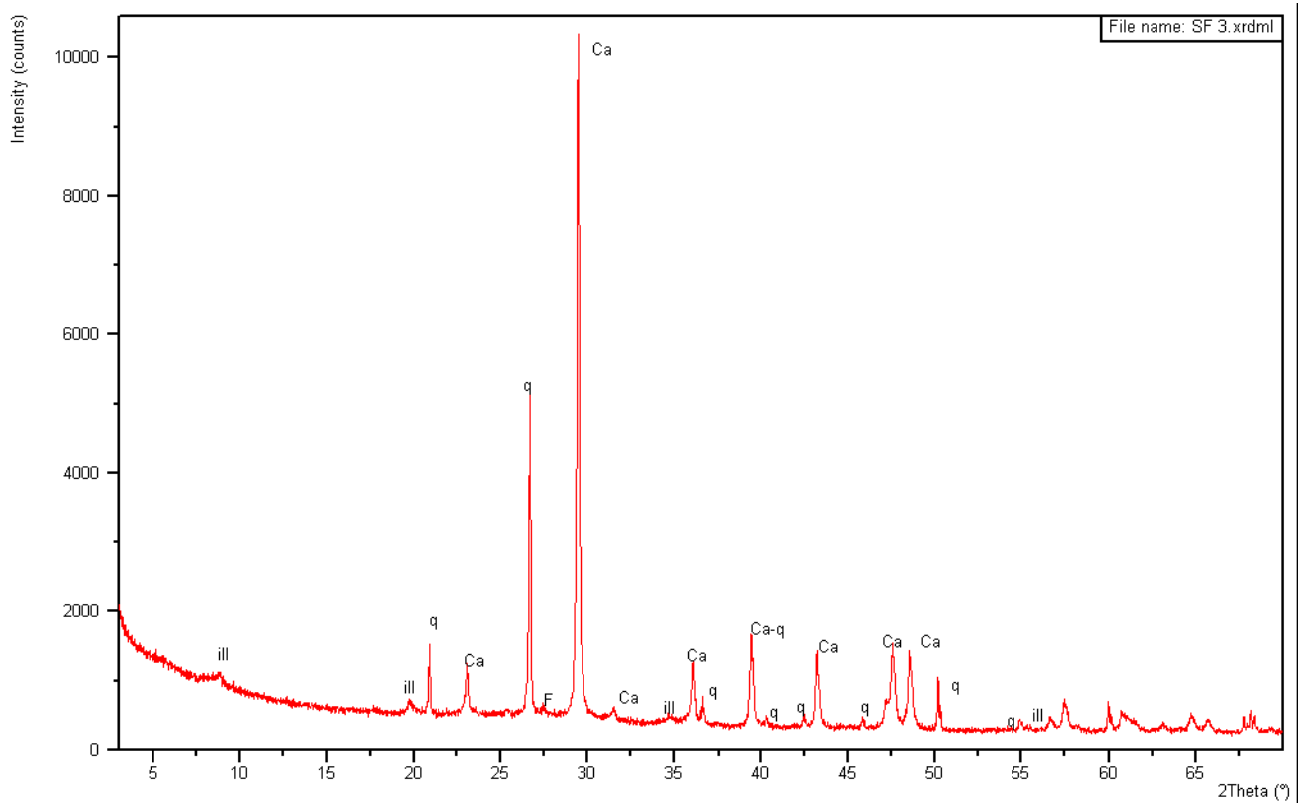


Figura 92. Difractograma de DRX (muestra total) perteneciente a una muestra muy rica en calcita (TSF-1090).

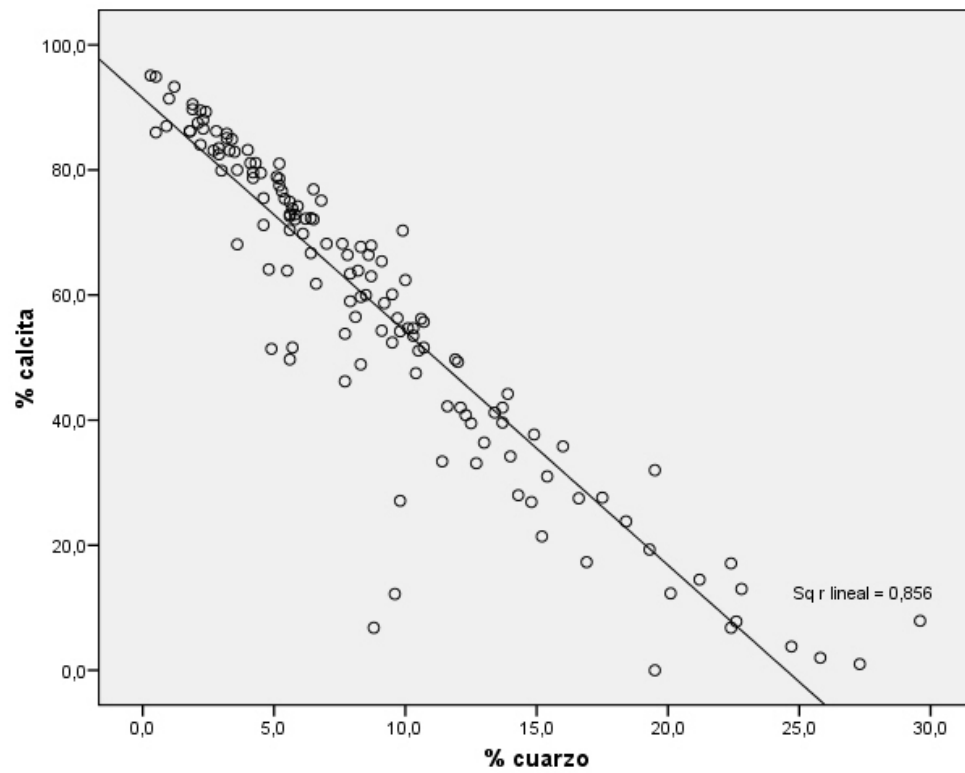


Figura 93. Correlación lineal entre el % de calcita y cuarzo observado en las muestras.

10.2. Análisis petrográfico.

El estudio petrográfico mediante lámina delgada se ha realizado en 43 muestras cerámicas. En lugar de realizar una descripción individual de las piezas, ha resultado más práctico, para abordar los objetivos del estudio, realizar una estrategia agrupativa con las muestras. En este caso cada pieza con unos rasgos petrológicos característicos puede considerarse una *petrofábrica*, cuando se constatan dos piezas semejantes a nivel petrográfico pueden considerarse de la misma petrofábrica, dando lugar a un *petrogrupo*. Este petrogrupo supone, por tanto, una categoría que engloba piezas que presentan unas características petrológicas comunes a todas las piezas que lo forman. Estas aglomeraciones se realizan a partir de comparaciones formales, agrupando las cerámicas según la similitud de algunos de sus rasgos petrológicos.

Esta perspectiva permite realizar una interpretación integradora, no aislada, de los rasgos de todas las cerámicas. En todo caso, las características petrológicas de cada una de las piezas han quedado sintetizadas en las tablas que se facilitan en el anexo (Tabla 27). Utilizando los criterios señalados en el apartado metodológico se han podido establecer diferentes agrupaciones. A continuación, se presentan los cuatro petrogrupos que se han podido establecer mediante este procedimiento. Estos grupos engloban el 58.1% de las muestras examinadas y, cada uno de ellos, se definen según los rasgos que caracterizan tanto a la matriz fina como gruesa que componen a las pastas cerámicas.

Se constata un gran número de muestras (31.9%) que presentan ciertas singularidades petrológicas y no han podido adscribirse a ninguno de los grupos establecidos. Éstas se presentan conjuntamente en un apartado separado. De este modo, debemos considerar estas pastas como petrofábricas aisladas. En este caso, se ha optado por describir las pastas individualmente para cada cerámica, con tal de definir los rasgos que son característicos para cada una de las petrofábricas con las que se asocian las piezas no agrupadas. Con esta estrategia se pretende favorecer la inclusión de estas petrofábricas dentro de futuros petrogrupos que puedan establecerse en posteriores trabajos.

10.2.1. Petrogrupo 1.

Éste es, con 11 piezas, el grupo petrográfico más común en el yacimiento del *Puig de Sa Morisca*, de donde proceden un alto porcentaje de las láminas observadas, tanto del Bronce Final como de época Postalayótica I. Como veremos posteriormente, se corresponde, esencialmente, con el grupo geoquímico SM-A1 y, en una pieza (SM-665), con el grupo SM-B1. Se caracteriza, por presentar cantidades importantes de calcita cristalina en una rica matriz arcillosa muy fina (SM-468, SM-484, SM-472, SM-1351, SM-661, SM-660, SM-970, SM-971, SM-325, SM-642, SM-665).

a) Matriz fina.

Las piezas presentan una matriz ópticamente activa de color marrón-rojo (LPP/XPL) y zonaciones oscuras alrededor de algunos de los poros. Esta coloración en el perímetro de muchos poros es consecuencia de la alta presencia de CO₂ que se genera durante el proceso de combustión de la materia vegetal que rellenaba el poro. El grado de porosidad de la matriz está muy relacionado con la cantidad de materia orgánica presente en la pasta (Fig. 96b), su presencia, abundante en algunas piezas, proporciona un aspecto fibroso a la matriz cerámica. Finalmente, señalar la presencia escasa de algunos nódulos de arcilla o *clay pellets* en las pastas, tan sólo ha podido observarse en la pieza SM-971 (Fig. 95b). Estas bolas de arcilla inseridas en la matriz tienen aspecto redondeado y muestran una textura muy fina con sólo algunas inclusiones de cuarzos de muy pequeño tamaño.

Las piezas de esta fábrica se caracterizan por la presencia, en la matriz arcillosa, de micro-fauna bentónica: *Elphidium*, *Planorbulina*, rotálidos y algas rojas. En varias pastas se han documentado también la presencia de foraminíferos planctónicos (Fig. 95a), en las piezas SM-970, SM-472 y SM-642 se han identificado *Globigerinoides*. También se han detectado microfósiles en otras piezas pero el pésimo estado de conservación de estas inclusiones ha imposibilitado una identificación más exhaustiva de los microorganismos presentes en las vasijas SM-660 y SM-665.

b) Matriz gruesa.

Uno de los rasgos que caracterizan a este petrogrupo es la presencia de calcita poli-cristalina y mono-cristalina en unas cantidades que oscilan en torno al 10-45%, aunque lo más usual es que contengan 25-30%. Los granos de calcita cristalina observados suelen ser espáticos o micro-espáticos, aunque en ocasiones, se muestran alterados, por efecto de la cocción, a calcita micrita, adquiriendo los cristales cuando esto ocurre tonalidades grisáceas. Otra de las alteraciones térmicas documentadas consiste en la presencia de bandas composicionales triangulares más o menos concéntricas dentro de los cristales de calcita (Fig. 96a). Estas bandas son el resultado de la intersección del crecimiento escalenoédrico de los cristales de calcita y la superficie de corte, de modo que el bandeado composicional enmascara parcialmente la exfoliación del cristal.

Para asegurar y verificar que estas características de los cristales estaban relacionadas con calcita y no con otros minerales formalmente muy semejantes, como la dolomita, se realizó un análisis de los granos que presentaban bandas composicionales de la pieza SM-665 mediante SEM-EDX. El análisis cualitativo de la composición química de los granos pudo documentar la presencia de CaCO_3 y la ausencia de picos ligados a magnesio. Podemos asegurar, por tanto, que las diferencias observadas en los cristales se deben probablemente a alteraciones térmicas, y descartar, que las diferencias ópticas registradas se relacionan con otro mineral no detectado en la pasta.

Los cristales de calcita (Fig. 94b) presentan una ordenación seriada y una morfología caracterizada por cristales romboidales euhedrales, muchos de ellos prismáticos, con bordes muy pronunciados y planos bien definidos, muy poco corrientes en estado natural. Como se ha comentado, la ordenación de los granos es seriada por lo que existe gran variación en el tamaño de los granos, que oscila gradualmente de muy fino a grueso o muy grueso. Sin embargo, podemos señalar que el tamaño máximo de los granos rara vez excede las 1.500 μm de diámetro, lo más común es que la calcita cristalina documentada sea sub-milimétrica (<800 μm). Hay que señalar, por un lado, que los granos de calcita cristalina documentados suelen estar bien orientados, especialmente los de mayor tamaño, hacia los planos paralelos a la superficie de las piezas.

Por otro lado, se documentan inclusiones anedrales aisladas de roca caliza (<7%) formadas por calcita micrita que, en ocasiones, presentan concreciones férricas en su superficie. Los granos de caliza están muy redondeados y son de tamaño variado aunque, al igual que en la calcita cristalina, no exceden de los 1.500 μm de diámetro.

La presencia de cuarzo en las muestras es muy baja (Fig. 94a), generalmente <3%, aunque algunas piezas (SM-660, SM-661) pueden presentar hasta un 7%. El cuarzo observado es, por regla general, de tipo monocristalino no ondulatorio, es decir, presenta una extinción unitaria. Los granos son redondeados o subredondeados, y de pequeño tamaño, máximo de 200-300 μm . En muy raras ocasiones, se documentan granos asilados y ondulatorios de cuarzo policristalino con fractura concoide.

También hay que señalar la presencia accesoría (<2%) de óxidos opacos, observándose éstos últimos en muy raras ocasiones, y en tamaños inferiores a 300 μm . Finalmente, se observan, a grandes aumentos (200x), laminillas de moscovita y feldespatos potásico.

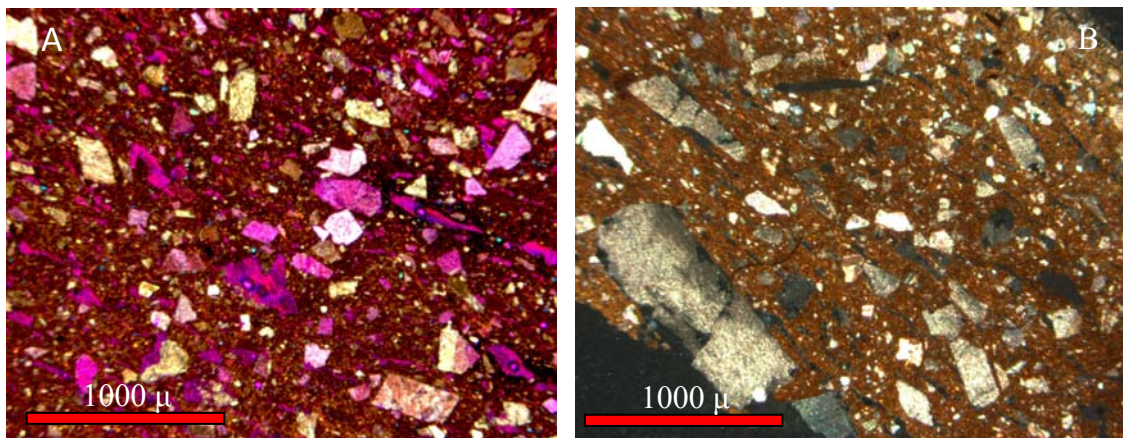


Figura 94. A) Microfotografía bajo nicoles cruzados y filtro de la pieza SM-484 donde se observa una rica matriz arcillosa con escaso cuarzo monocristalino (en azul) y abundantes cristales romboidales de calcita cristalina alterada térmicamente. B) Microfotografía bajo nicoles cruzados de la pieza SM-468 donde se observa una rica matriz arcillosa con abundantes cristales prismáticos y romboidales de calcita cristalina bien orientados paralelamente a las superficies de la pieza.

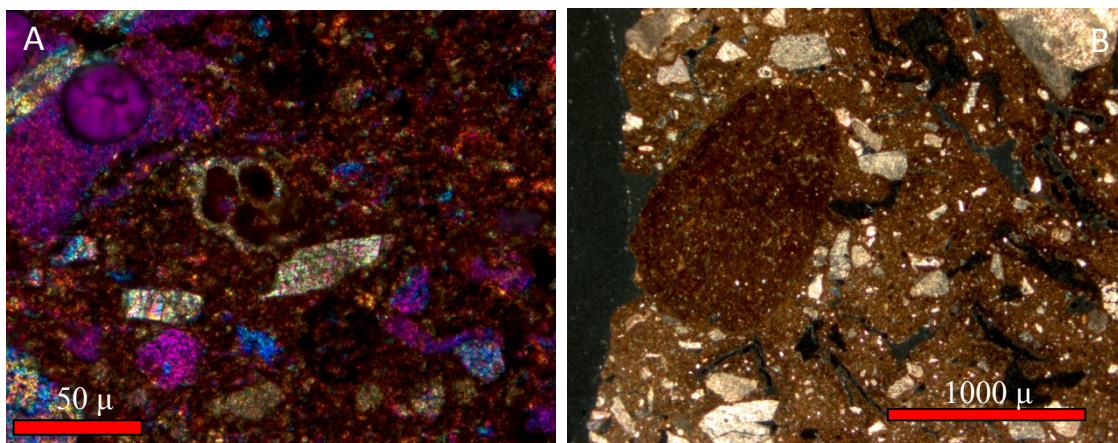


Figura 95. A) Microfotografía bajo nicoles cruzados y filtro de la pieza SM-970 donde se observa un foraminífero planctónico. B) Microfotografía bajo nicoles cruzados de la pieza SM-971 donde se observa un nódulo de arcilla de textura muy fina.

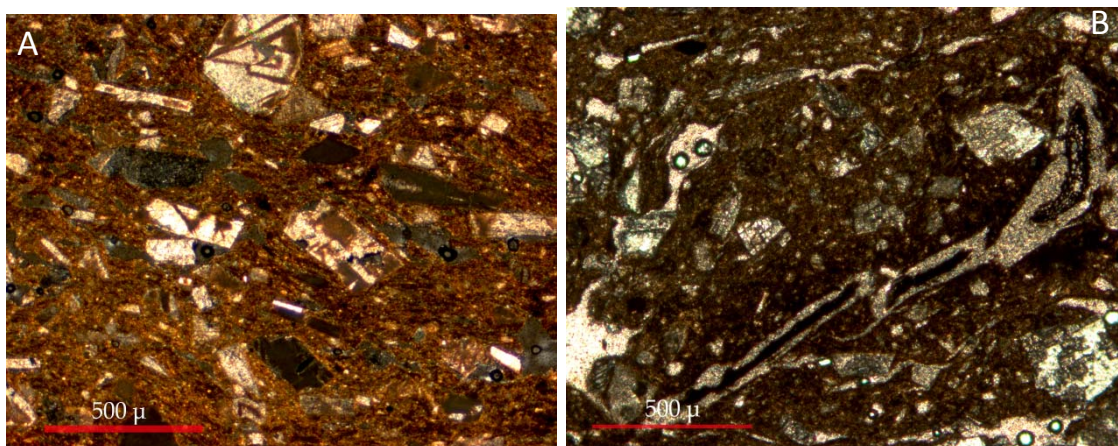


Figura 96. A) Microfotografía bajo nicoles cruzados de la pieza SM-665 donde se observa el bandeo composicional en los cristales de calcita cristalina característico de un proceso de alteración térmica. B) Microfotografía bajo nicoles cruzados de la pieza SM-472 donde se observa una fibra de materia orgánica parcialmente grafitizada formando un poro con los márgenes ligeramente ennegrecidos.

10.2.2. Petrogrupo 2.

Se trata de un grupo compuesto por piezas adscritas al Postalayótico Final del *Turó de les Abelles* (TSB-6/82, TSB-9/80, TSB-9/81, TSB-9/14, TSB-6/80, TSB-1/294, TSB-1/296, TSB-6/87) relacionadas con el grupo geoquímico TSB-A y TSB-B. Resulta un petrogrupo más heterogéneo que el anterior y se pueden establecer diferencias petrográficas en función de la textura de la matriz arcillosa y de los componentes que forman la fracción gruesa de las piezas.

a) Matriz fina.

Todas las piezas se caracterizan por tener una matriz óptimamente activa de color rojo/negro oscuro (XPL-PPL) muy rica en hierro que, en algunos casos (TSB-1/294, TSB-6/80, TSB-9/81, TSB-6/87), se presenta muy mal mezclada y con abundantes nódulos de arcilla de hasta 800 μm , lo que indica que las cerámicas están confeccionadas con una arcilla poco homogénea (Fig. 101a y b). Las pastas son muy porosas (5-10%), aspecto que está muy relacionado con la cantidad de materia orgánica que está presente en la cerámica. Las muestras de este petrogrupo, presentan abundante materia orgánica de morfología muy alargada y tamaño grande que, en algunos casos, se conserva parcialmente grafitizada. En la pieza TSB-6/87 se ha observado, además, algún fragmento de materia vegetal o carbón, también grafitizado, que muestra fracturas en su interior (Fig. 99b). Finalmente, se observan algunas inclusiones de mica moscovita y no se constata la presencia de microfósiles en la matriz de las cerámicas.

b) Matriz gruesa.

La fracción gruesa está formada, básicamente, por cantidades que oscilan entre un 5-10% de cuarzo monocristalino, subredondeado y redondeado de hasta 400 μm de diámetro (Fig. 100b). Además, este petrogrupo destaca y se caracteriza por presentar una gran cantidad (5-10%) de inclusiones opacas asociadas a nódulos de hierro de tamaño variable (Fig. 97a, 98a y 100a), hasta un máximo de 2300 μm . Estos nódulos son formalmente variados ya que presentan desde formas irregulares con bordes angulosos a otras redondeadas de aspecto globuloso. En algunos casos, especialmente en las inclusiones de mayor tamaño, se observan granos de cuarzo en el interior de los nódulos, mientras otras, pueden presentar poros y grietas. El examen de estas inclusiones bajo luz reflejada evidencia una coloración rojiza intensa lo que evidencia que, probablemente, estén formadas por hematites (Fig. 99a).

La fracción gruesa también presenta algunos fragmentos de roca caliza (Fig. 97b y 98b) de hasta 2000 μm de diámetro y aspecto redondeado, están en cantidad muy variable (<10%) y se muestran formados por calcita micrita. Finalmente, se ha documentado la presencia accesoria (<8%) en este petrogrupo (TSB-9/80, TSB-6/80, TSB-1/294, TSB-1/296, TSB-9/81, TSB-9/14) de calcita cristalina micro-espática de morfología romboidal y tamaño pequeño-medio (300-900 μm).

Las variaciones entre las distintas piezas se producen por ligeras diferencias en la cantidad y el tamaño de las rocas calizas, los opacos, el cuarzo y la presencia marginal de calcita cristalina. De este modo, se podrían establecer algunos subgrupos a nivel de petrofábricas, ya que las piezas TSB-1/296, TSB-9/80 y TSB-6/87 han mostrado mayor cantidad (8-10%) de rocas calizas de 1000-2000 μm y una menor cantidad cuarzo (5%). Por el contrario, las piezas TSB-9/81, TSB-1/294 y TSB-9/82 han mostrado un mayor porcentaje (10%) de óxidos opacos y cuarzo.

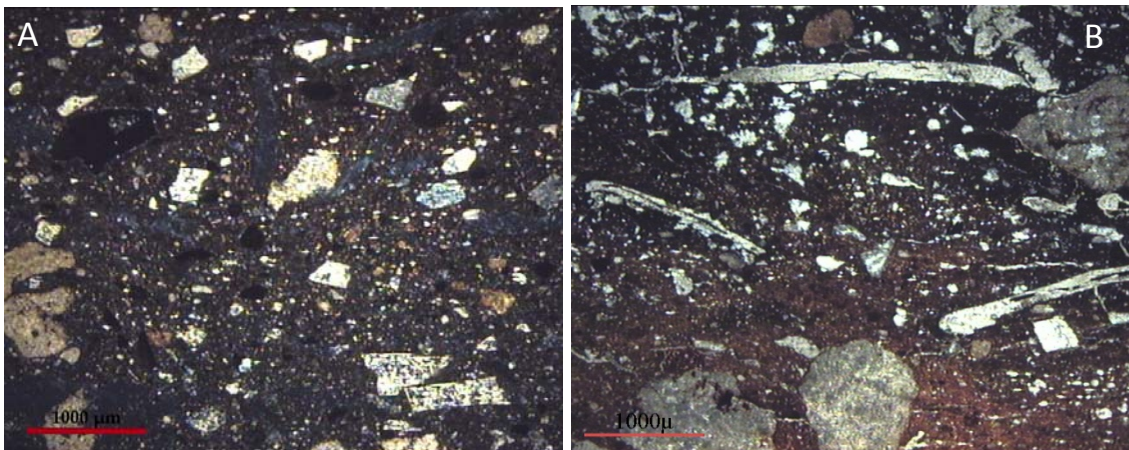


Figura 97. A) Microfotografía bajo nicols cruzados de la pieza TSB-9/80 con abundantes inclusiones opacas, calcita cristalina y fragmentos de roca caliza. B) Microfotografías con luz plana de la pasta de la pieza TSB-1/296 con fragmentos de roca caliza de gran tamaño.

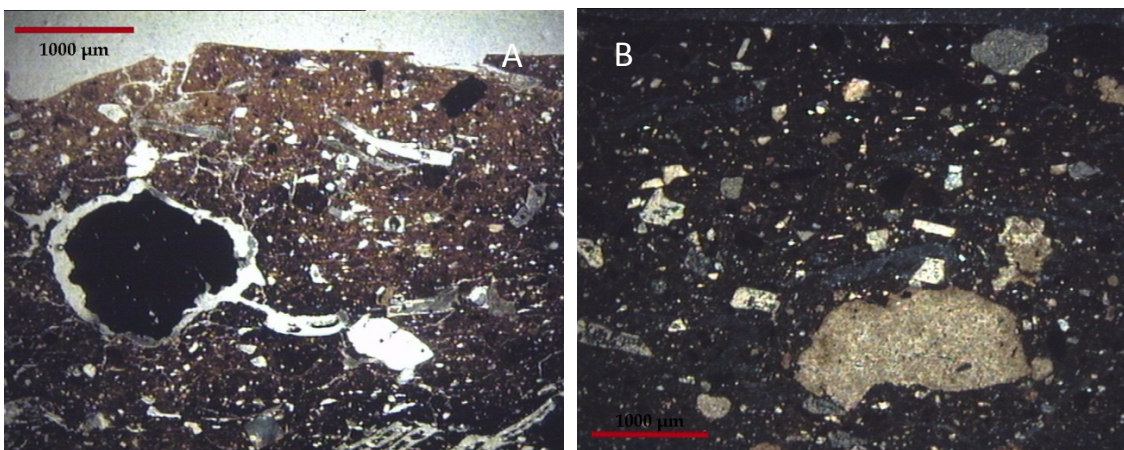


Figura 98. Microfotografías de la pieza TSB-9/81 A) óxido de hierro opaco de gran tamaño y forma angular bajo luz plana B) abundantes inclusiones opacas, algunas de forma geométrica, calcita cristalina y fragmentos de roca caliza bajo nicols cruzados.

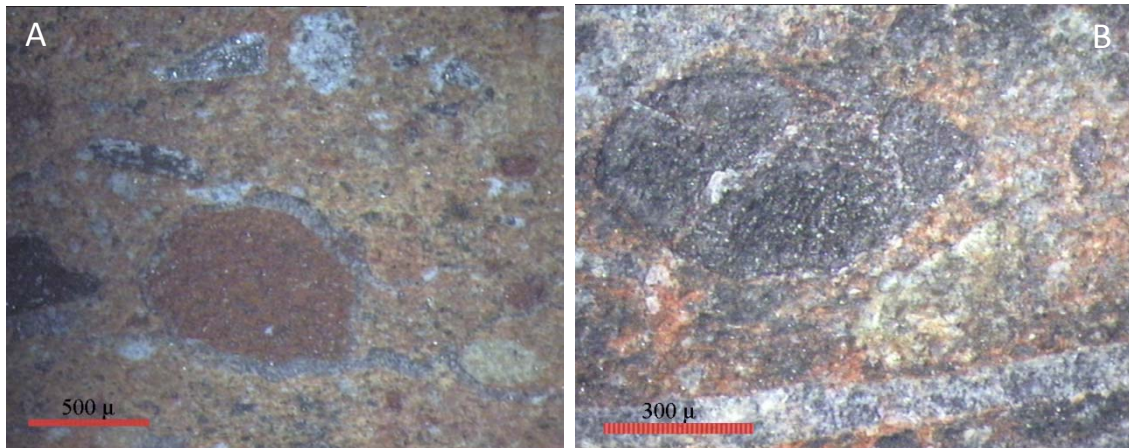


Figura 99. Microfotografías bajo luz reflejada A) inclusiones de óxido de hierro en la pieza TSB-9/80 B) fragmento de carbón vegetal en una matriz rica en óxido de hierro en la pieza TSB-6/87.

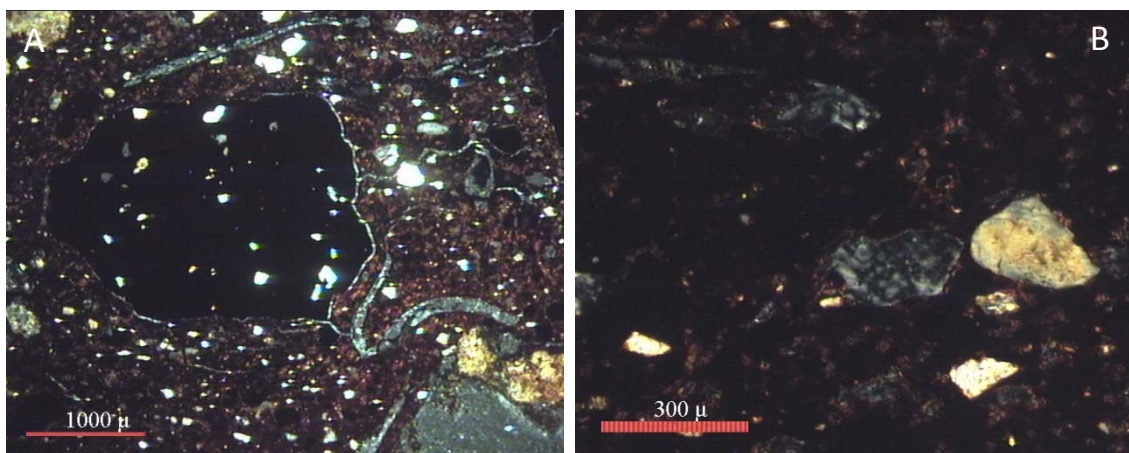


Figura 100. Microfotografías bajo nicoles cruzados A) inclusión de óxido de hierro y pasta rica en cuarzo monocristalino en la pieza TSB-6/82 B) inclusión de cuarzo subredondeado en la pieza TSB-6/80.

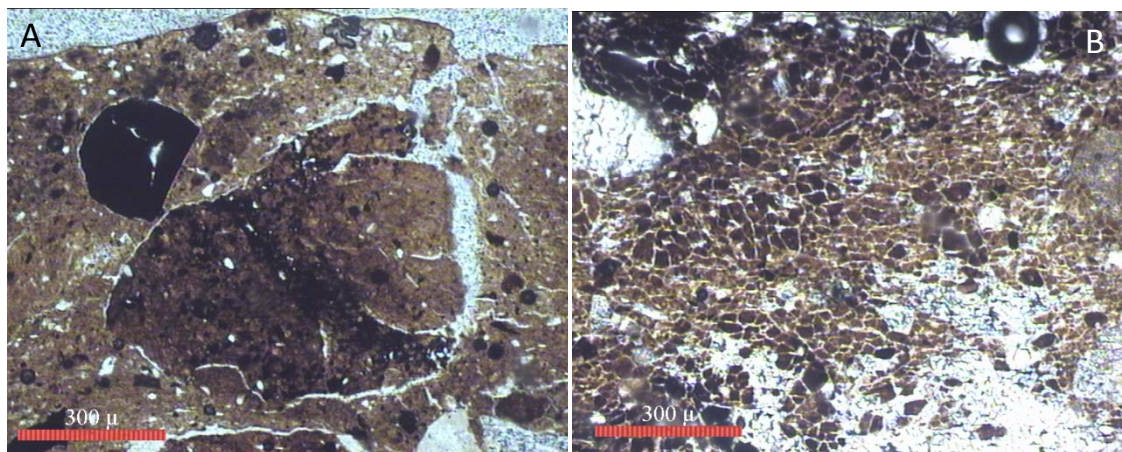


Figura 101. Microfotografías con luz plana A) nódulo de arcilla de gran tamaño y óxido de hierro opaco en la pieza TSB-9/81. B) Textura muy heterogénea de la matriz arcillosa en la pieza TSB-9/81.

10.2.3. Petrofábrica 3.

Se trata de tres piezas del Postalayótico I que se han analizado procedentes de la Torre I del *Puig de Sa Morisca* (SM-181, SM-246, SM-362). Las dos últimas piezas se han asociado químicamente al Grupo de Referencia SM-A1, mientras la primera se ha mantenido aislada. Estas piezas se asocian además, petrográficamente, con las piezas TSF-450 y TSF-229 (Cau c. p.), que presentan rasgos muy parecidos y pertenecen a la producción TSF-C, asociada a SM-A1.

a) Matriz fina.

La matriz de estas piezas es óptimamente activa de color marrón oscuro (PPL/XPL). La matriz es muy porosa como consecuencia de la alta cantidad de materia orgánica que posee la pasta, en algunos se encuentra parcialmente grafitizada (Fig. 105b). En la matriz arcillosa de estas piezas se ha podido identificar la presencia abundante de microfósiles. En la pieza SM-181 y SM-362 se han identificado foraminíferos planctónicos (como *Globigerinidae*) y bentónicos. Las matrices presentan, de forma muy aislada (1%), escasas inclusiones opacas asociadas a óxidos de hierro, en las piezas SM-246 y SM-362 se ha corroborado la presencia de algún opaco de aspecto redondeado de hasta 100-200 μm de tamaño.

b) Matriz gruesa.

La matriz gruesa se compone principalmente (10-20%) de peloides, inclusiones muy redondeadas y bien ordenadas en una fracción rondando entorno las 1000 μm de diámetro, formadas por calcita micrita de color pardo (Fig. 104). En algunas ocasiones, estos componentes se presentan en agregados granulares cementados por calcita microespática, que se muestra ferruginosa en la muestra SM-181. También, se observan inclusiones asociadas a algas coralinas rojas (*rodoficeas*) (Fig. 102).

Por otro lado, la cantidad de cuarzo de tipo monocristalino y aspecto redondeado, probablemente cuarzo eólico, se incrementa (5-15%) respecto a lo observado en las otras pastas del *Puig de Sa Morisca*. Aunque éste también es de un tamaño muy pequeño (100 μm), se observan algunos granos de hasta 400 μm de diámetro. El cuarzo policristalino está prácticamente ausente y tan sólo se ha documentado raramente en la pieza SM-181 (Fig. 104). Finalmente, en la pieza SM-181 se documenta algún fragmento de roca calcárea micrita de 2.300 μm que engloba algunos pequeños cristales de cuarzo redondeado. En las piezas SM-246 y SM-362 se observa también algún agregado formado por bioclastos, calcitizados en micrita, de morfología alargada (Fig. 103). Se trata de bivalvos o braquiópodos cementados por calcita microespática. Finalmente, se documentan algunas pocas laminillas de moscovita <100 μm y feldespato potásico, observables a 200x, cuya presencia (1%) es muy reducida.

Las diferencias petrográficas apreciadas en la muestra SM-181 tienen su reflejo a nivel geoquímico, ésta ha podido clasificarse como pieza aislada no asimilada a ningún grupo de referencia, introduciendo además un alto grado de variabilidad dentro del conjunto. Este petrogrupo no presenta, por lo general, romboedros de calcita cristalina, tan solo la pieza SM-362 ha mostrado una pequeña cantidad (5%) de este mineral de tamaño medio (650 μm). En esta cerámica también se ha documentado algún fragmento de roca de hasta 350 μm formada por granos superpuestos de cuarzo monocristalino, probablemente cuarzoarenisca.

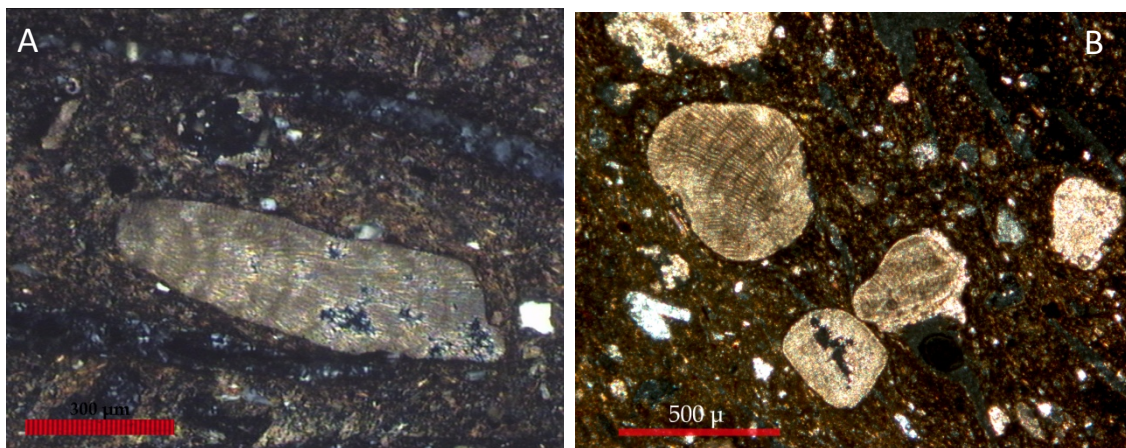


Figura 102. Microfotografías bajo nicoles cruzados de inclusiones calcáreas formadas por algas rojas (*rodoficeas*), A) Pieza SM-246, B) Pieza SM-181.

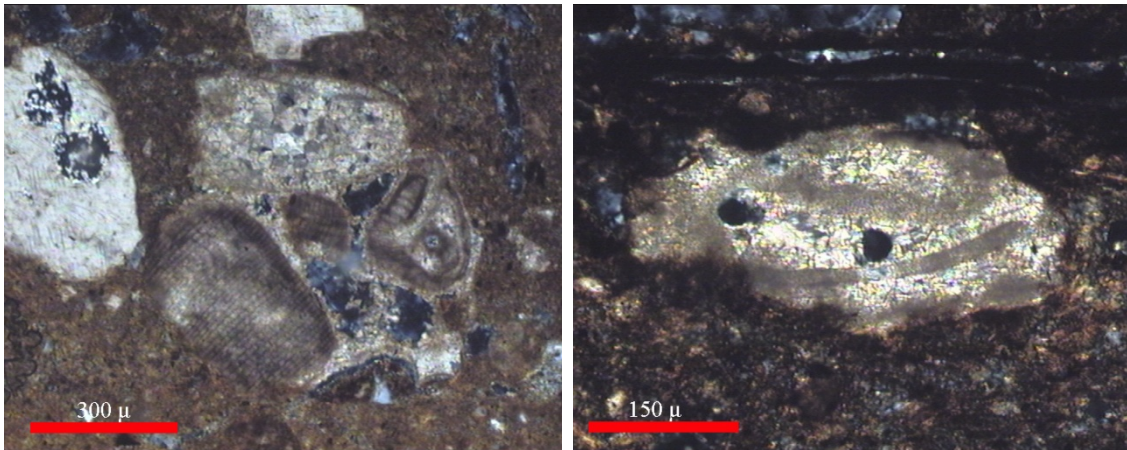


Figura 103. Microfotografías bajo nicoles cruzados A) agregado compuesto por fragmentos de roca caliza, rodofíceas y otros microorganismos parcialmente cementados por calcita micrita en la pieza SM-326. B) agregado en la pieza SM-246 formado por bivalvos cuya pérdida de su configuración interna denota un proceso de calcitización. Los microorganismos están cementados por calcita microespática.

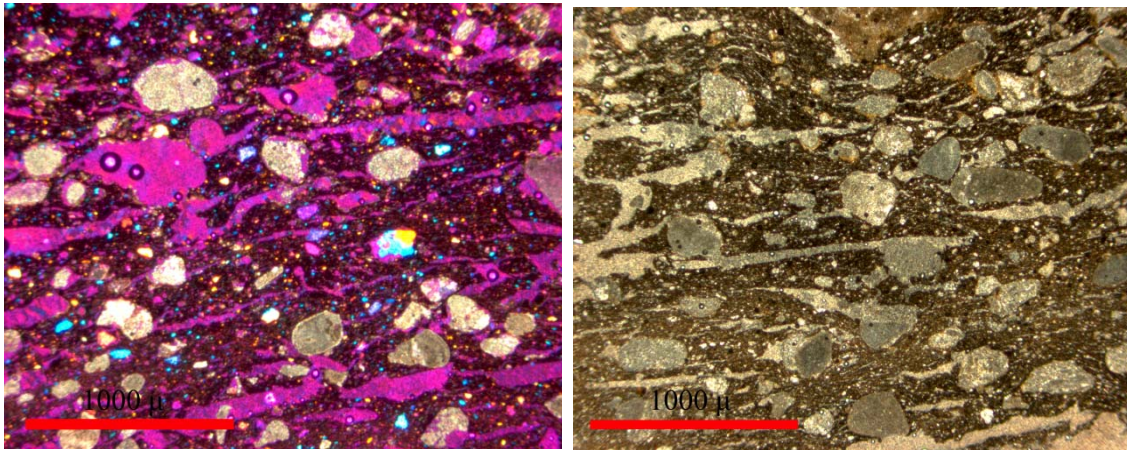


Figura 104. Microfotografías de la pieza SM-181 A) bajo nicoles cruzados y filtro, cuarzo monocristalino (azul) y una inclusión policristalina en una matriz muy porosa con abundantes peloides. B) aspecto del Petrogrupo 3 bajo luz plana con una pasta formada por abundantes peloides compuestos de calcita micrita.

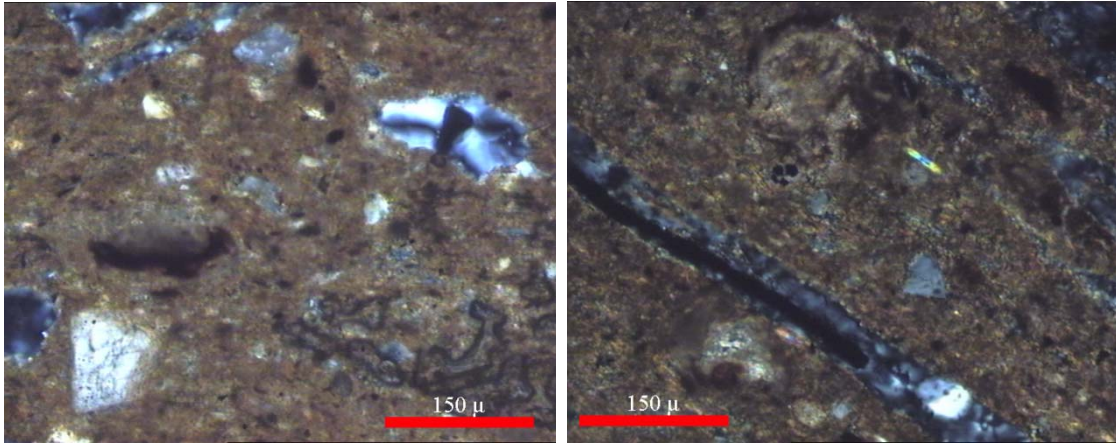


Figura 105. Microfotografías con nicoles cruzados de la pieza SM-362 A) Feldespato potásico. B) laminilla de moscovita, foraminífero planctónico y fibra de materia orgánica grafitizada.

10.2.4. Petrogrupo 4.

Es un petrogrupo que se ha localizado exclusivamente en piezas del postalayótico final del *Turó de les Abelles* (TSB-17/23, TSB-7/159). Constituye un grupo muy singular que se asocia a dos piezas muy parecidas mineralógicamente ya que predominan minerales de componente silíceo. Químicamente son distintas del resto de pastas del *Turó de les Abelles*, especialmente por su bajo contenido en Fe_2O_3 (5.2-6.3%). En todo caso, este petrogrupo contiene piezas que no habían podido clasificarse químicamente en ninguna producción o grupo de referencia.

a) Matriz arcillosa.

Las dos piezas de este grupo petrológico tienen una matriz óptimamente activa de color verde-marrón oscuro (PPL-XPL) muy abundante en arcilla y con una cantidad baja o moderada de materia orgánica, que está sólo parcialmente grafitizada. Aún así, la muestra TSB-7/159 se muestra muy porosa. En la matriz apenas se observan algunos óxidos de hierro opacos (3%) de hasta 300-600 μm de diámetro y aspecto redondeado. No se han observado foraminíferos en la matriz arcillosa de ninguna de las dos piezas.

b) Matriz gruesa.

La matriz gruesa se caracteriza por presentar, básicamente, una alta cantidad (20-30%) de cuarzo monocristalino subredondeado y subangular de diámetro inferior a 600 μm , relativamente bien ordenado de forma seriada (Fig. 106). La pasta no posee calcita cristalina y no se documenta apenas ningún tipo de carbonato, salvo algún fragmento muy aislado de roca caliza. El material detrítico de estas muestras nos indica la utilización de sedimentos ricos en arenas gruesas o bien la adición de arenas a la pasta. Se detecta algún fragmento de argilita de gran tamaño, muy rico en hierro y con cuarzos en su interior. Finalmente, se ha detectado en la pieza TSB-7/159 algún fragmento de roca formada por agregados de cuarzo policristalino, probablemente cuarzoarenisca. En esta misma pieza, se documenta, además, la presencia de un engobe muy fino en ambas superficies. En la muestra TSB-17/23 se ha observado la presencia de un fragmento de roca policristalina compuesta, en parte, por algunos cristales de cuarzo monocristalino y por cuarzo microcristalino, éste último es el tipo de cuarzo más común en las rocas sedimentarias (Tarrío 1998). Los rasgos documentados evidencian que se trata de una roca silíceea, tal vez sílex o calcedonia.

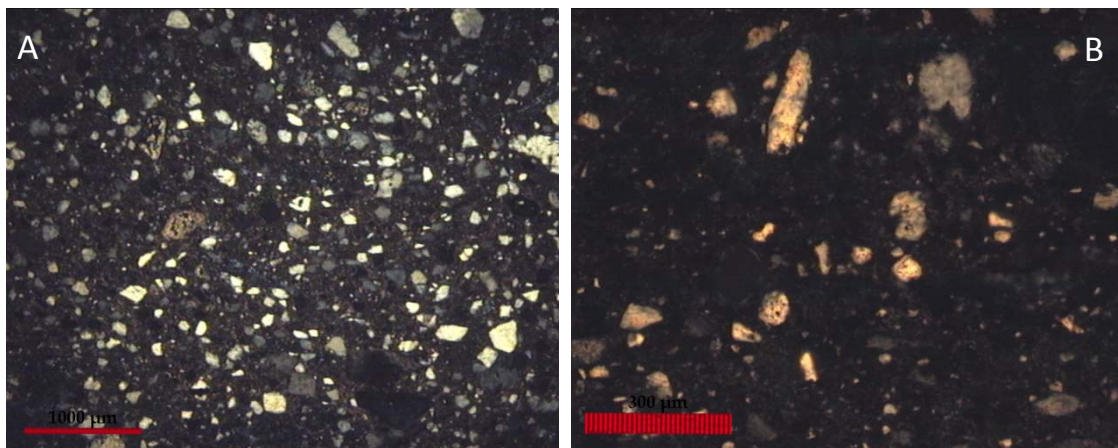


Figura 106. Microfotografías con nicols cruzados A) Pieza TSB-17/23 mostrando una pasta con abundante cuarzo monocristalino. B) Pieza TSB-7/159 pasta con abundante cuarzo de aspecto subredondeado y subangular.

10.2.5. Piezas no clasificadas petrológicamente.

Como se ha señalado anteriormente, en este apartado incluimos aquellas piezas de los distintos yacimientos que, por motivos diversos, no han cuadrado bien dentro de los petrogrupos establecidos anteriormente. Si bien han presentado algunos rasgos comunes, hemos utilizado una estrategia conservadora y se ha decidido describirlas individualmente y de un modo más general como petrofábricas aisladas, haciendo hincapié en aquellos rasgos petrológicos distintivos que sugieren realizar una clasificación separada de estos individuos.

10.2.5.1. *Puig de Sa Morisca*.

a) SM-180.

La matriz fina de esta pieza es óptimamente activa, de color negro-marrón y gris en la superficie (XPL) y negro y verde en luz polarizada plana. La matriz es muy porosa como consecuencia de la alta cantidad de materia orgánica que posee la pasta. En la matriz se han podido identificar la presencia de foraminíferos planctónicos cuyo estado de conservación impide clasificarlos en género o especie. También se documentan algunos nódulos de arcilla (*clay pellets*) de morfología redondeada con una textura muy fina (Fig. 107).

La matriz gruesa se compone principalmente (25%) por inclusiones formadas de calcita micrita, o calcita espática en algunos de los granos que muestran indicios de recristalización. Las inclusiones presentan una ordenación seriada, están relativamente bien orientadas y tienen un diámetro inferior a las 1200 μm . La morfología subangular de muchos de los granos (Fig. 107) y la orientación de los mismos sugieren que, probablemente, se han utilizado materiales procedentes de una brecha. Por otro lado, la cantidad de cuarzo monocristalino se incrementa (15%) respecto a lo observado en el Petrogrupo 1, donde se han agrupado otras pastas del *Puig de Sa Morisca*.

En este caso, al igual que en este grupo, el cuarzo continúa siendo de un tamaño pequeño (400 μm), sin embargo se observan más individuos ordenados en este último tamaño. Finalmente, se documenta en la superficie externa, una capa gruesa de arcilla más depurada y de un tono más claro que la matriz del núcleo. Esta petrofábrica no presenta romboedros de calcita cristalina.

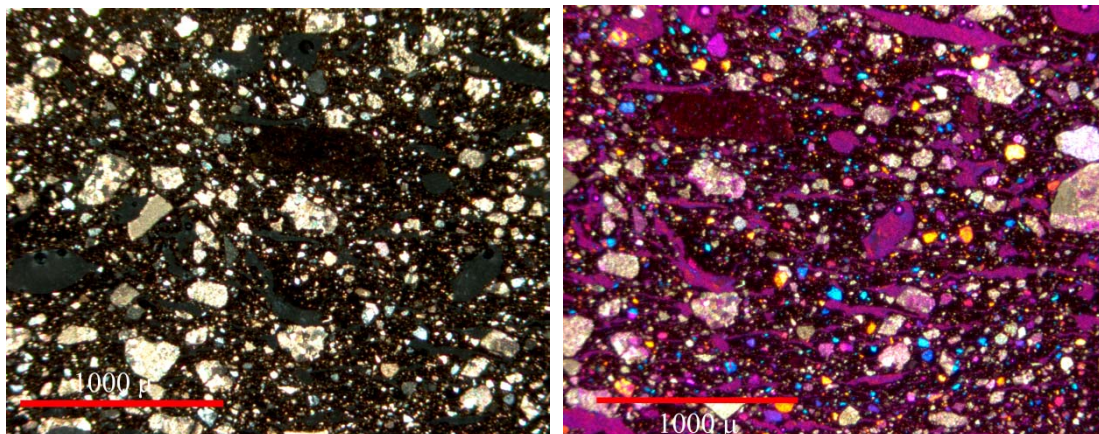


Figura 107. Microfotografías de la pieza SM-180, A) pasta con un nódulo de arcilla redondeado y abundantes granos de roca caliza con indicios de re-cristalización y de aspecto sub-angular (nicoses cruzados). B) Microfotografía con nicoses cruzados y filtro donde se puede apreciar una mayor cantidad de cuarzo mono-cristalino redondeado

b) SM-140.

Esta cerámica tiene una matriz arcillosa óptimamente activa de color verde (PPL) y marrón (XPL) en la que se intercalan arcillas de distinta coloración con presencia de foraminíferos planctónicos no identificados y restos de equinoides. Se documentan algunas laminillas de moscovita y algunas inclusiones aisladas de óxidos opacos de hasta 300 μm . La pasta no presenta romboedros de calcita cristalina y las escasas inclusiones que observamos (10-15%), están formadas por calcita micrita, tienen un aspecto muy redondeado, un tamaño inferior a 900 μm y se ordenan según una distribución unimodal (Fig. 108). Aunque se trata de una estructura que resulta extraña en términos geológicos y petrográficos, todos los datos indican que, para desgrasar esta pieza se utilizaron, probablemente arcillas muy gruesas como calizas margosas con abundantes arenas carbonatadas de grano grueso.

También hay que señalar que ésta es una pasta con materia vegetal, como consecuencia, posee un mayor grado de porosidad abierta que favorece, en este caso, un incremento de calcita micrita que se sitúa rellenando los poros de la matriz. Esta calcita es secundaria y tiene un origen postdeposicional, relacionada con el enterramiento de la pieza. Finalmente, se documenta una escasa cantidad de cuarzo (7%) monocristalino y redondeado de tamaño inferior a $360\ \mu\text{m}$.

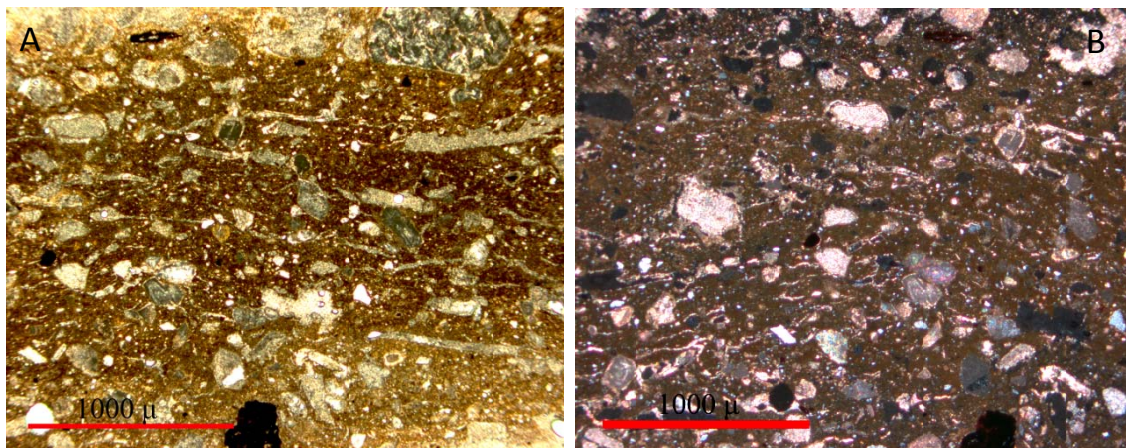


Figura 108. Microfotografías de la pieza SM-140 A) en luz plana y B) nicoles cruzados, mostrando una matriz porosa con fragmentos de caliza y calcita secundaria.

c) SM-138.

Esta pieza se caracteriza por presentar una rica matriz arcillosa de color anaranjado con bandas localizadas de arcillas de color marrón (XPL). Los pocos macroporos que se constatan en la matriz, se asocian a la escasa presencia de materia vegetal cuya combustión se ha completado. En la matriz, se han identificado abundantes restos de equínidos, foraminíferos planctónicos (*Globigerinidae*) y bentónicos (rotálidos no identificados). Finalmente, se documenta alguna inclusión aislada de óxidos opacos. La matriz gruesa se caracteriza por la presencia moderada (15%) de calcita cristalina, sin embargo, los granos presentan aquí un aspecto diferente, por un lado, las aristas y los planos de algunos romboedros están menos definidos que en los otros casos observados (Fig. 109a). Por otro lado, los granos son de menor tamaño, inferiores a las $700\ \mu\text{m}$ de diámetro. También se documenta algún fragmento de roca caliza de aspecto redondeado de hasta $1200\ \mu\text{m}$ y algún conglomerado formado por inclusiones de caliza cementadas en calcita micrita. Finalmente, al igual que la mayoría de piezas observadas del *Puig de Sa Morisca*, la cantidad de cuarzo monocristalino redondeado es muy baja (2%) siendo éste, además, de muy pequeño tamaño ($<300\ \mu\text{m}$) (Fig. 109b).

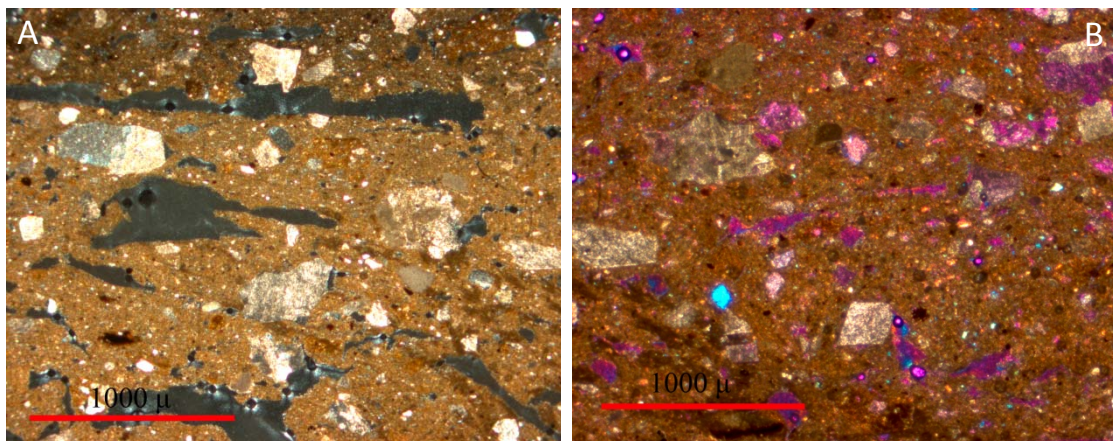


Figura 109. Microfotografías de la pieza SM-138 A) en nicols cruzados mostrando poros, calcita cristalina, fragmentos de caliza y algún agregado cementado con micrita y B) nicols cruzados con filtro mostrando una rica matriz arcillosa con escaso cuarzo.

d) SM-1125.

Es una pieza con una matriz óptimamente activa de color marrón (XPL-PPL), que se muestra bastante porosa debido a la presencia de materia orgánica en la pasta, que está completamente volatilizada. En este caso, se observan además, poros muy alargados y finos que no se han documentado en las otras muestras con materia vegetal. Éstos deben relacionarse con otras plantas o bien otras partes de la misma que no se han introducido en las otras piezas (Fig. 110b). La matriz presenta varios nódulos de arcilla o argilitas de textura muy fina que difieren notablemente en su gama cromática de la matriz arcillosa (Fig. 110a). También se detectan foraminíferos bentónicos, como rotálidos, y algún óxido opaco aislado (2%) de hasta 200 μm de diámetro de morfología redondeada. Por lo demás, la fracción gruesa mineral se corresponde bien con lo observado en muchas muestras del Petrogrupo 1: la pieza contiene abundantes (25%) cristales de calcita cristalina de morfología romboidal y prismática ordenado de forma seriada en una fracción situada por debajo de las 1300 μm . Los cristales no están alterados por procesos térmicos. Junto a la calcita cristalina se observan algunas inclusiones aisladas (5%) de roca caliza formada por calcita micrita y de morfología redondeada de hasta 1200 μm . La cantidad de cuarzo es muy reducida (2%), siendo éste además monocristalino, redondeado y de pequeño tamaño (<200 μm). En este caso, la presencia de argilitas, un tipo de materia vegetal diferente y la ausencia de foraminíferos planctónicos sugiere, dadas las diferencias, no incluir esta pieza en el Petrogrupo 1.

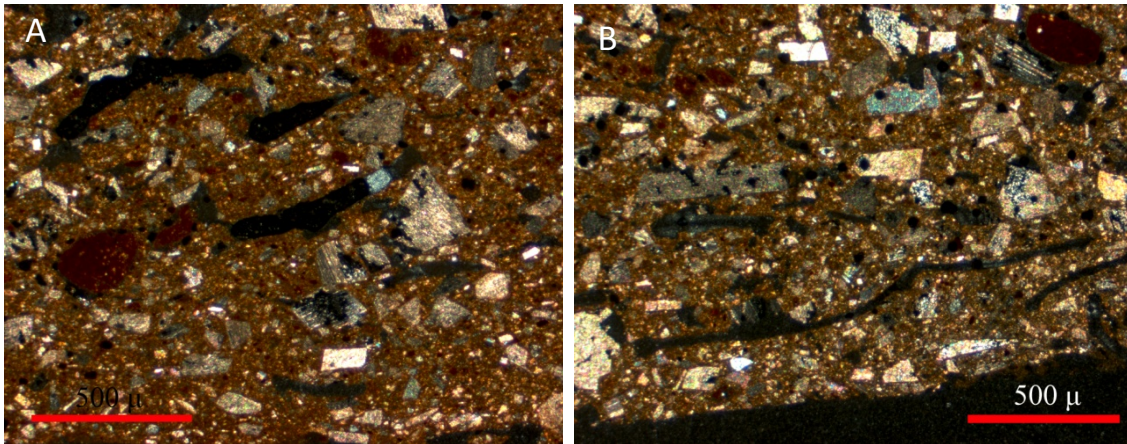


Figura 110. Microfotografías de la pieza SM-1125 en nicols cruzados A) mostrando nódulos de arcilla (argilitas) de granulometría fina, cristales de calcita cristalina e inclusiones de materia orgánica B) materia orgánica con una morfología diferente.

e) SM-796.

La pieza muestra una matriz con micrita, muy compacta, óptimamente activa y de color marrón (PPL/XPL). No se observa materia orgánica y sólo algunos macroporos y micro-poros. La matriz presenta pocos (2%) óxidos opacos de muy pequeño tamaño ($<200 \mu\text{m}$) y una gran inclusión opaca aislada que muestra birrefringencia de $1000 \mu\text{m}$ de diámetro. También se documentan algunos nódulos de arcilla de textura muy fina y de color ocre (XPL) que pueden alcanzar hasta las $1600 \mu\text{m}$ de tamaño (Fig. 111a y b). No se han observado microfósiles en la pasta. En lo que se refiere a la matriz gruesa, ésta se corresponde bien con lo observado en muchas muestras del Petrogrupo 1: la pieza contiene abundantes (35%) cristales de calcita cristalina de morfología romboidal y prismática ordenada de forma seriada en una fracción sub-milimétrica. Sin embargo, en esta pieza, se observa alguna inclusión policristalina formada por cristales de calcita espática de morfología sub-angular (Fig. 111c y d), este fragmento de roca posee hasta casi $2000 \mu\text{m}$. Estos rasgos, al igual que el tamaño de los nódulos de arcilla podrían indicar un proceso menos intenso de molturación del mineral y la arcilla. Los cristales de calcita que están más próximos a la superficie se han presentado ligeramente alterados por procesos térmicos, transformándose en micrita.

Junto a la calcita cristalina se observa alguna inclusión aislada (3%) de roca caliza formada por calcita micrita, de hasta 800 μm de diámetro y de morfología redondeada. La cantidad de cuarzo es muy reducida (2%) siendo éste además monocristalino, redondeado y de muy pequeño tamaño ($<100 \mu\text{m}$). En este caso, la presencia de argilitas y calcita cristalina de gran tamaño, así como la ausencia de foraminíferos sugieren no incluir esta pieza en el Petrogrupo 1.

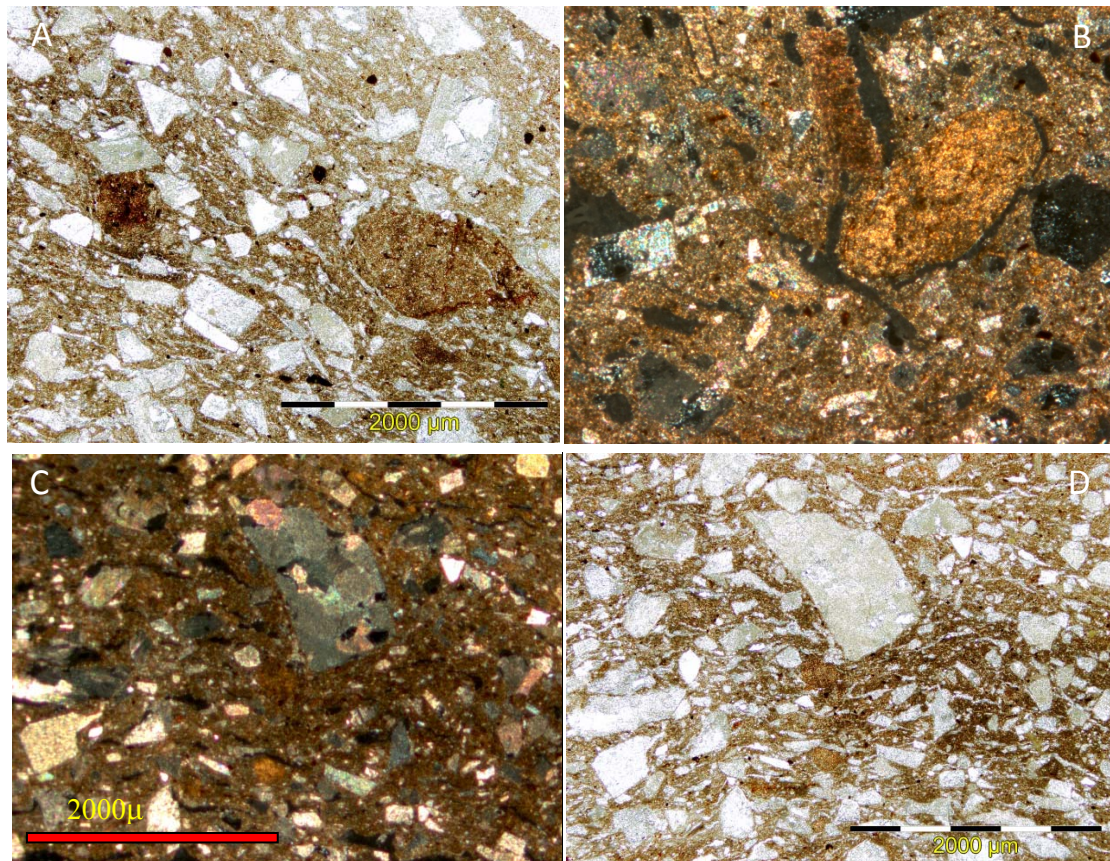


Figura 111. Microfotografías de la pieza SM-796 A y B) en luz plana y nicoles cruzados mostrando nódulos de arcilla (argilitas) de granulometría fina y algunas pequeñas inclusiones de óxidos opacos. C y D) mostrando una matriz muy compacta y microporosa desgrasada con abundante calcita cristalina con algún fragmento de roca gran tamaño mal triturado (XPL, PPL).

f) SM-473.

La matriz es óptimamente activa de color anaranjado-marrón (XPL) y se han podido identificar la presencia de bivalvos. Al igual que en el caso anterior se trata de una pasta muy parecida a la de la Petrofábrica 1, ya que en este caso se documentan también abundantes (35%) cristales romboédricos de calcita cristalina ordenada de forma seriada. Sin embargo, se observan abundantes cristales espáticos de gran tamaño (1.400 μm) y color variado, rosáceo, gris, blanco muy bien orientados en paralelo a las superficies de la cerámica (Fig. 112). También se documentan algunas grandes inclusiones (1400 μm) que deben relacionarse con óxidos de hierro que presentan cierta birrefringencia (Fig. 113). Por otro lado, la cantidad de cuarzo, principalmente monocristalino subredondeado, es muy reducida (2%) estando ordenado en fracción muy fina donde las inclusiones más grandes apenas alcanzan 300 μm .

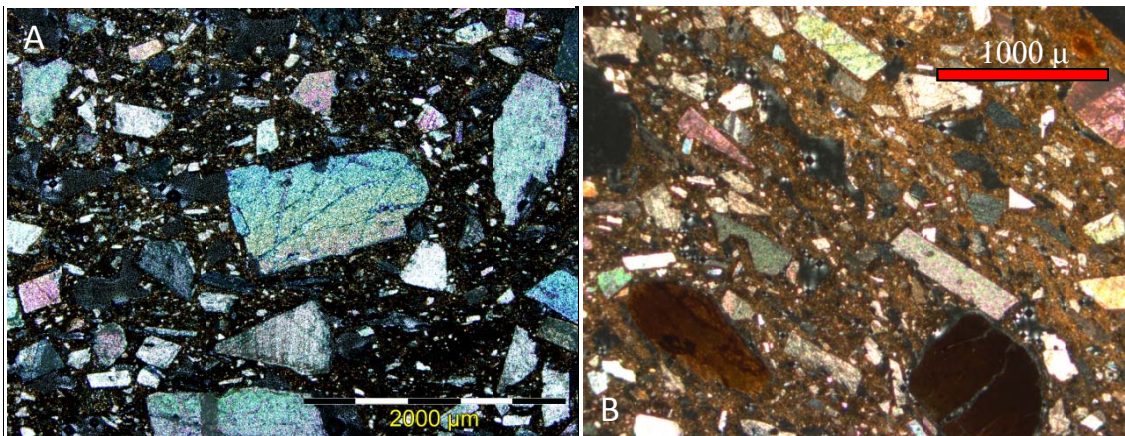


Figura 112. Microfotografías de la pieza SM-473 (nicos cruzados) A) matriz compacta desgrasada con abundantes romboedros de calcita cristalina de gran tamaño mal triturado. B) cristales de calcita bien orientados y inclusiones de óxidos opacos de gran tamaño.

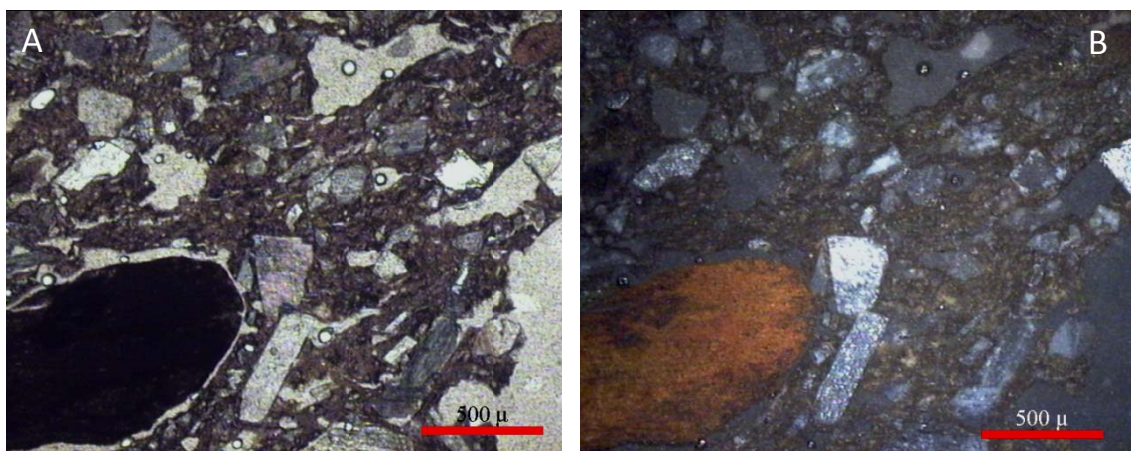


Figura 113. Microfotografías de la pieza SM-473, gran inclusión de óxido de hierro de gran tamaño y aspecto redondeado A) en luz plana transmitida y B) luz reflejada.

g) SM-659.

Se trata de una pieza con una matriz óptimamente activa de color marrón claro (PPL) marrón-verdoso (XPL) que presenta algunos pocos (1%) óxidos opacos redondeados de hasta 100 μm de diámetro. La matriz es porosa ya que posee abundante desgrasante vegetal muy mal mezclado en la pasta, conservándose trazas grafitizadas de materia orgánica, en numerosas ocasiones, dentro de los poros. La muestra, en comparación con otras piezas del *Puig de Sa Morisca*, tiene escasa cantidad de romboedros de calcita cristalina (5-10%), siendo, además, éstos de pequeño tamaño (200 μm). También presenta frecuentes (5%) fragmentos de rocas calizas de morfología redondeada y 450 μm de tamaño que, en algunos casos, muestran indicios de recristalización.

La petrofábrica tiene escaso cuarzo monocristalino subredondeado de pequeño tamaño (100 μm) que, en muy raras ocasiones, muestra fracturas concoides. El componente más singular de esta petrofábrica lo constituye la presencia de cerámicas trituradas (chamota) de hasta 2300 μm de diámetro, ordenada pobremente por la matriz, que fueron utilizadas para desgrasar la pasta. Los fragmentos de chamota se caracterizan por presentar una matriz arcilla oscura o reducida con abundantes cristales de calcita cristalina muy angulosos, materia vegetal y cuarzo muy fino (Fig. 114b y 115). Señalar que en esta pieza, se documenta la presencia de un engobe fino en la superficie externa (Fig. 114a).

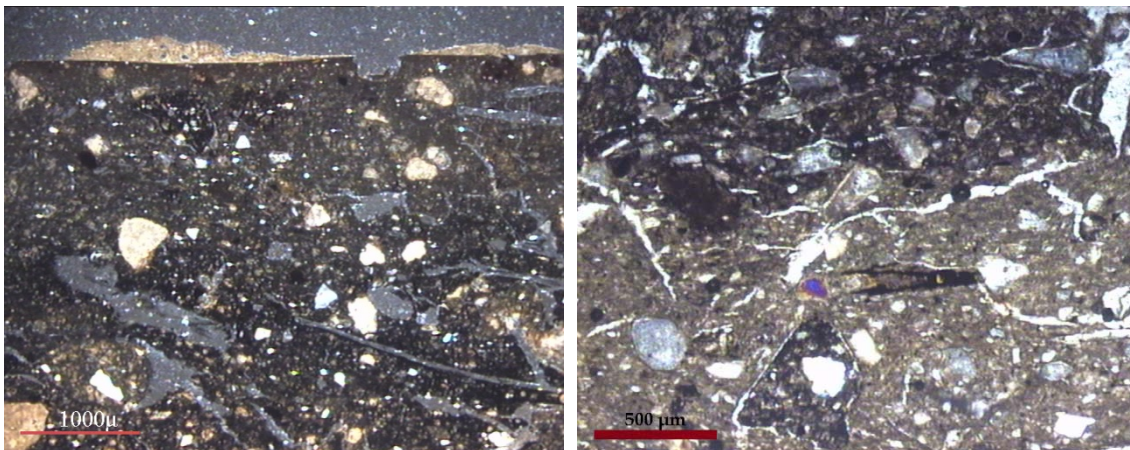


Figura 114. Microfotografías de la pieza SM-659 A) aspecto general de la pasta en nicoles cruzados donde se observa una pasta porosa con abundantes granos minerales y un engobe. B) cristales de calcita romboidal, fragmento de roca caliza y de cerámicas trituradas de gran tamaño (PPL).

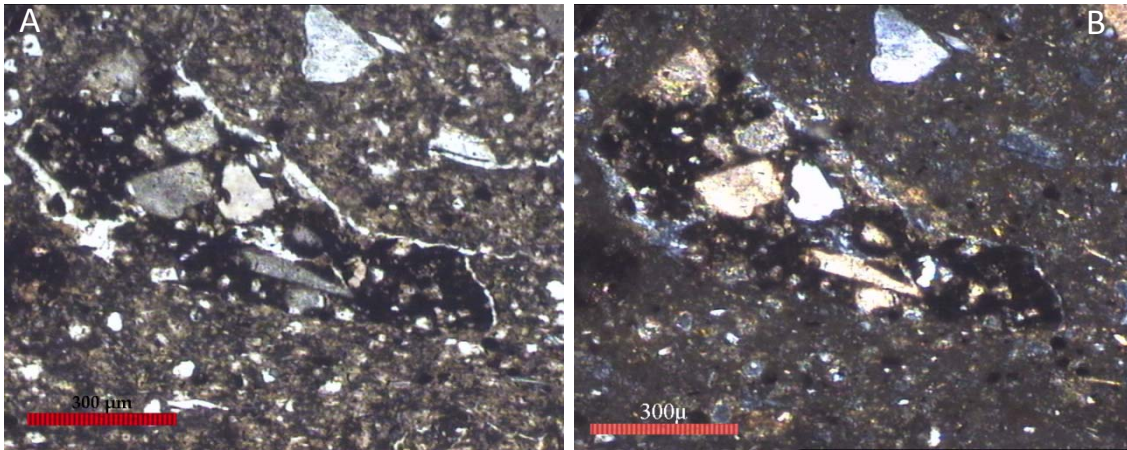


Figura 115. Microfotografías de la pieza SM-659 A y B) fragmentos de chamota, en luz plana y nicols cruzados, que muestran en su interior abundantes romboedros de calcita cristalina.

h) SM-625.

Se trata de una pieza del Bronce Final que representa una rareza dentro del registro analizado de esta época. La pasta presenta una matriz arcillosa densa con micrita, óptimamente activa muy rica en arcilla de color marrón (XPL) con muy pocas inclusiones que están pobremente ordenadas (Fig. 116a). En la superficie externa se documenta un engobe muy fino de color rojo (XPL) con escasas inclusiones que son de tamaño pequeño. En la matriz gruesa destaca la ausencia de calcita cristalina, sólo se documentan escasos (3%) granos redondeados formados por calcita micrita. Se trata de fragmentos de roca caliza de hasta 1000 μm muy mal ordenados en la pasta (Fig. 116b). También, se documenta una cantidad escasa (5%) de cuarzo monocristalino subredondeado de muy pequeño tamaño (50-100 μm) y la presencia aislada de inclusiones de óxidos opacos (3%) de hasta 350 μm . No se han documentado microfósiles en la pasta.

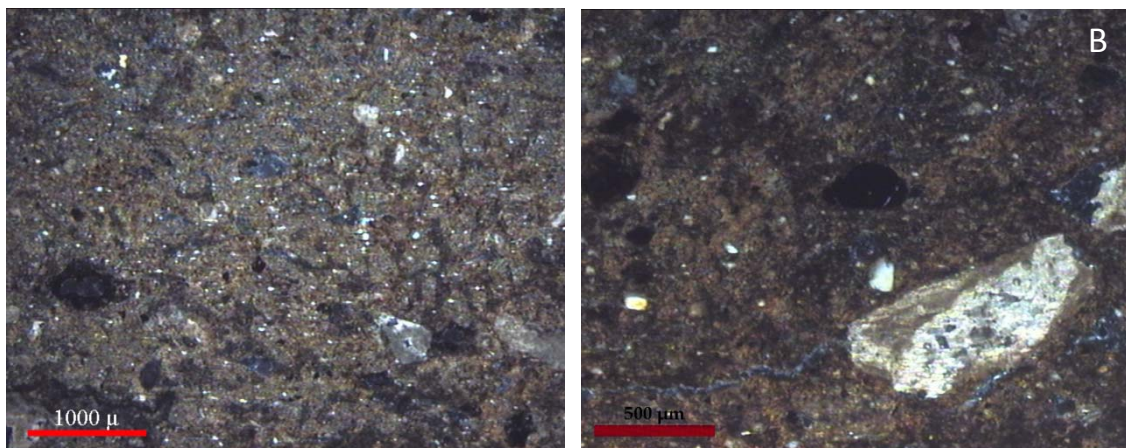


Figura 116. Microfotografías de la pieza SM-625 (nicoles cruzados) A) matriz arcillosa densa de textura fina. B) Fragmento de roca caliza, cuarzo monocristalino redondeado y algunas inclusiones de opacos.

10.2.5.2. *Turó de les Abelles*.

a) TSB-6/65.

Se trata de una pieza con una matriz muy densa, óptimamente activa de color marrón oscuro/claro (XPL/PPL) con franjas intercaladas de color oscuro. A diferencia del Petrogrupo 2, no presenta una alta cantidad de opacos de gran tamaño. La materia orgánica de esta pieza es de morfología alargada y tamaño considerable, en algunos casos se conserva parcialmente grafitizada. En esta pasta destaca la presencia de *clay pellets* con cuarzos de pequeño tamaño en su interior y algunos fragmentos de roca de hasta 1000 µm de longitud, probablemente cuarzoarenisca, puesto que están formadas por cristales superpuestos de cuarzo monocristalino (Fig. 117a). El tamaño de los granos de cuarzo que constituyen los fragmentos de roca (150 µm) es similar al observado en las escasas inclusiones aisladas de cuarzo (5%) que hay diseminadas por la matriz. Finalmente, se documenta la presencia minoritaria (<5%) de romboedros de calcita espática y microespática de pequeño tamaño (350 µm) (Fig. 117b). También se constata escasa cantidad (5%) de granos de roca caliza formados por calcita micrita de aspecto redondeado y, finalmente, de forma accesoria, laminillas de micas moscovitas. Esta pieza es muy singular mineralógica y químicamente.

Hablando sobre el primer aspecto, es la única que presenta cierta cantidad de montmorillonita, mineral de la arcilla que podría justificar los altos niveles de magnesio observados a nivel químico. Señalar que esta muestra presenta un engobe en la cara externa con una alta cantidad de hierro y que tampoco presenta microfauna.

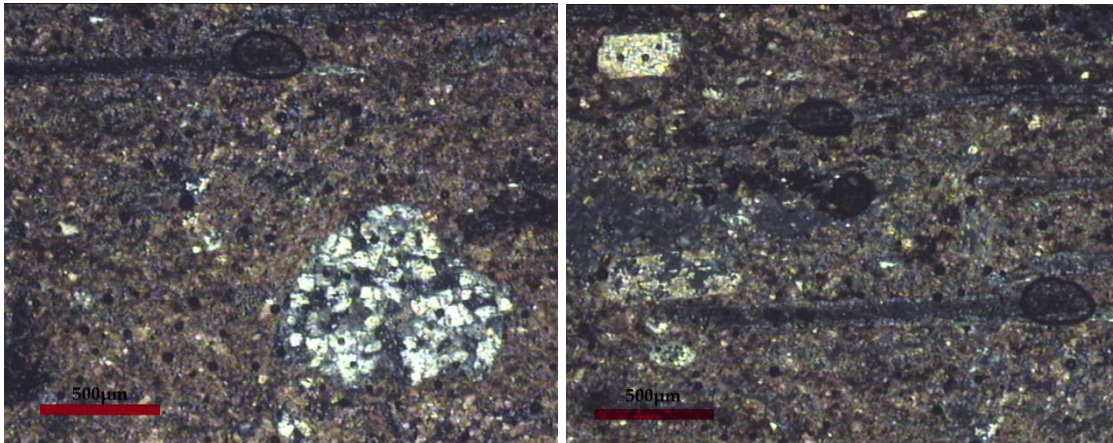


Figura 117. Microfotografías con nicols cruzados de la Pieza TSB-6/65 A) matriz muy arcillosa con algunos pequeños óxidos opacos y una inclusión de cuarzoarenisca. B) poros formados por materia vegetal y fragmentos aislados de calcita cristalina microespática (arriba izquierda).

b) TSB-6/73.

La matriz de esta muestra es óptimamente activa de color marrón/rojizo (PPL/XPL) y muy porosa (15-20%). La pasta tiene una textura relativamente fina (<500 µm), tan solo se documenta la presencia (7%) de opacos de hasta 450 µm (Fig. 118a), sin embargo, no se observan las grandes inclusiones de óxidos de hierro, por regla general superiores a 1000 µm, típicas de la Petrofábrica 2. La matriz gruesa se compone esencialmente de cuarzo monocristalino subangular y subredondeado de hasta 300 µm, mal ordenado y en abundante cantidad (10-15%). Esta fábrica tampoco presenta restos de carbonatos ni calcita cristalina. Sólo se ha documentado una gran inclusión de caliza ferruginosa de 3500 µm (Fig. 118b).

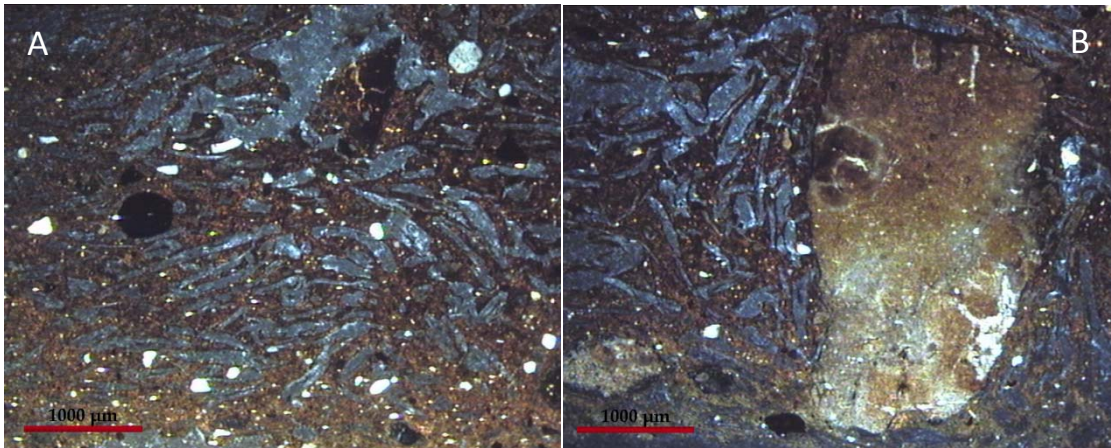


Figura 118. Microfotografías con nicoles cruzados de la Pieza TSB-6/73 A) matriz muy porosa con cuarzo subangular y algún óxido opaco B) inclusión de roca caliza de gran tamaño.

c) TSB-1/300.

Se trata de una matriz óptimamente activa de color negro (XPL) que presenta abundantes macroporos relacionados con la presencia de materia orgánica de la que, en la mayoría de casos, se conservan restos parcialmente grafitizados (Fig. 119). La materia orgánica se encuentra mal distribuida y mezclada en la sección. La matriz gruesa se compone, principalmente, de cuarzo monocristalino subredondeado de tamaño pequeño ($<200\ \mu\text{m}$) en una cantidad cercana al 10-15%. También se documentan algunos romboedros de calcita cristalina (Fig. 119a) en muy escasa cantidad ($<5\%$) y tamaño inferior a $300\ \mu\text{m}$, al igual que pequeños ($200\ \mu\text{m}$) fragmentos de roca caliza (5%). Finalmente, se observan pequeñas laminillas de moscovita de hasta $200\ \mu\text{m}$ (Fig. 119b) y feldespato potásico ($<100\ \mu\text{m}$) en cantidad residual (1%), ambos tipos de inclusiones son detectables sólo a altos aumentos (100x). Apenas se observan opacos en la matriz, y no hay ninguna inclusión opaca de gran tamaño, tampoco se observan microfósiles en la pasta.

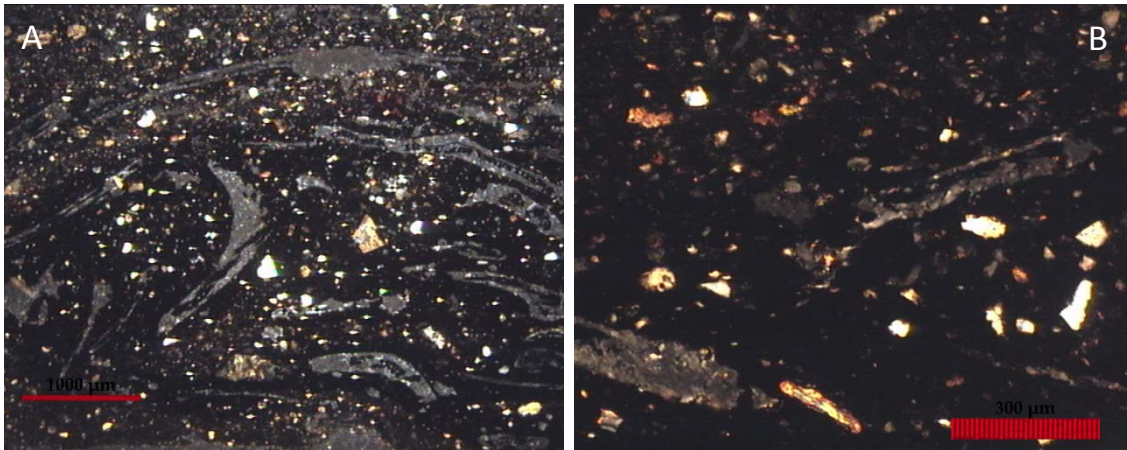


Figura 119. Microfotografías con nicoles cruzados de la pieza TSB-1/300 A) matriz muy porosa con cuarzo subredondeado y algún cristal aislado de calcita cristalina B) laminilla de moscovita, cuarzos y materia orgánica parcialmente grafitizada.

d) TSB-7/33.

Es una matriz con abundantes macroporos que poseen en su interior materia vegetal grafitizada de gran tamaño y morfología muy alargada. La matriz se presenta óptimamente activa y de color verde oscuro (PPL) y marrón (XPL). Finalmente, se detecta en la matriz calcita micrita, abundantes opacos de pequeño tamaño y laminillas de moscovita de un tamaño ligeramente mayor que el observado en las otras piezas (250 μm). La matriz gruesa se compone de abundante (10%) cuarzo monocristalino y policristalino no ondulatorio de tamaño inferior a las 300 μm con una morfología subangular y subredondeada, mostrando, en algunos casos, fracturas concoides. También se detecta algún fragmento de roca formada por cristales de cuarzo, probablemente se trate de cuarzoarenisca. De forma muy aislada, se documentan algunas inclusiones opacas, que pueden ser de gran tamaño (<2500 μm), con algunos granos de cuarzo en su interior (Fig. 120a). En luz reflejada éstas muestran un color rojo intenso (Fig. 121), por lo que deben asociarse con óxidos de hierro, como hematites, muy similares a los observados en las piezas del Petrogrupo 2, observables macroscópicamente. La pasta solamente presenta un par de cristales micro-espáticos (<5%), romboédricos de calcita cristalina de hasta 500 μm (Fig. 120b) y muy pocos fragmentos de otras rocas carbonatadas.

Señalar que se han observado restos de una capa de engobe de color marrón oscuro en la superficie interna y otra muy fina en la superficie externa. No se han documentado foraminíferos formando parte de la matriz arcillosa o de las inclusiones. Si bien los rasgos de esta petrofábrica son muy similares a los del Petrogrupo 2 se ha optado por separarla en función del tamaño sensiblemente mayor de las moscovitas y de la materia orgánica detectada.

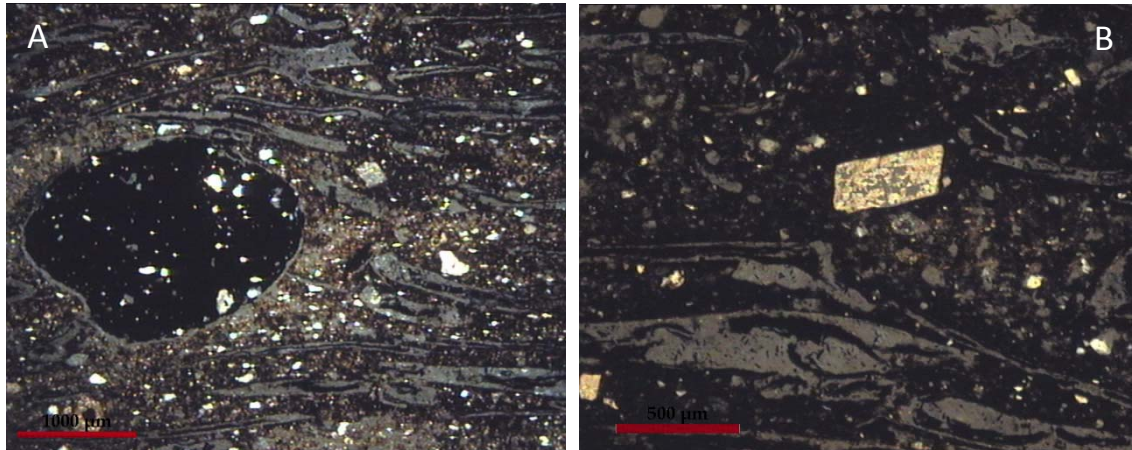


Figura 120. Microfotografías con nicols cruzados de la pieza TSB-7/33 A) matriz muy porosa con cuarzo subredondeado y una gran inclusión de hierro con cuarzos en su interior B) cristal aislado de calcita cristalina.

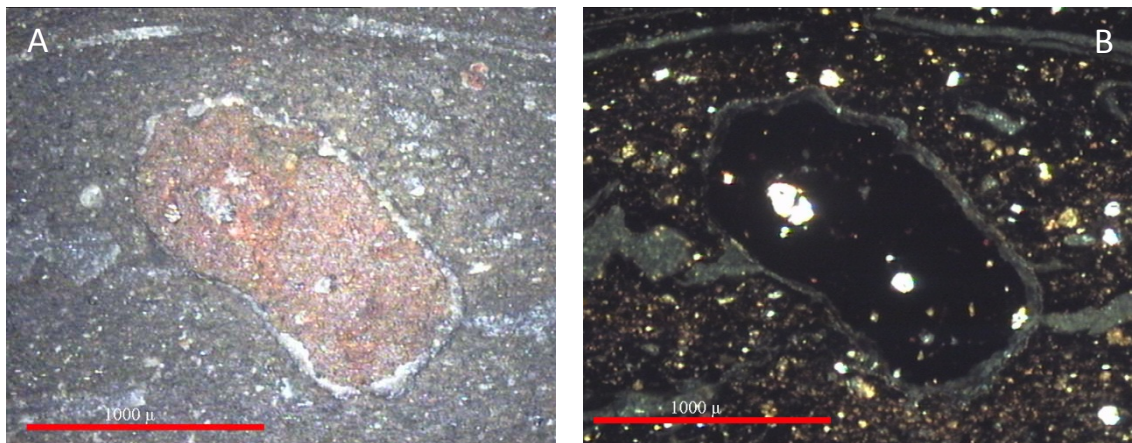


Figura 121. Microfotografías de la pieza TSB-7/33 A) gran inclusión de hierro con cuarzos en su interior bajo luz reflejada y B) la misma inclusión de aspecto opaco con nicols cruzados.

e) TSB-2/41.

Es una pieza que muestra una matriz de color gris-marrón claro (PPL/XPL) de aspecto abigarrado, donde las venas, observadas bajo luz reflejada, evidencian una coloración rojiza que podría asociarse a un enriquecimiento en hierro (Fig. 122b). La matriz presenta nódulos de arcilla y es muy porosa debido a la gran cantidad de materia orgánica que posee que, además, se conserva grafitizada. La materia orgánica está mal ordenada, y se observan tanto tallos finos muy alargados como otros cortos y anchos (Fig. 122a). La fracción gruesa, se compone de (10%) cuarzo monocristalino de aspecto subredondeado de 200 μm , algún fragmento de roca caliza y un 5% de calcita cristalina muy angulosa que no sobrepasa las 350 μm . Éste es precisamente el tamaño observado para los escasos fragmentos de caliza que se documentan en la pieza. Se observa calcita secundaria en muchos de los poros dejados por la combustión de la materia orgánica. Finalmente, se documenta la presencia de laminillas de moscovita en cantidades ligeramente superiores a las de otras piezas. No se documentan foraminíferos en la pasta. La pieza presenta una gran inclusión opaca de 1500 μm de tamaño muy similar a las observadas en el Petrogrupo 2, tiene forma esférica y se muestra fracturada y conteniendo cristales de cuarzo. Sin embargo, se ha examinado esta inclusión bajo luz reflejada, donde muestra un aspecto poco definido y una coloración y texturas completamente diferente, no rojiza o amarillenta sino más parecida a la matriz (Fig. 123). Se detectan algunos óxidos opacos redondeados de hasta 250 μm .

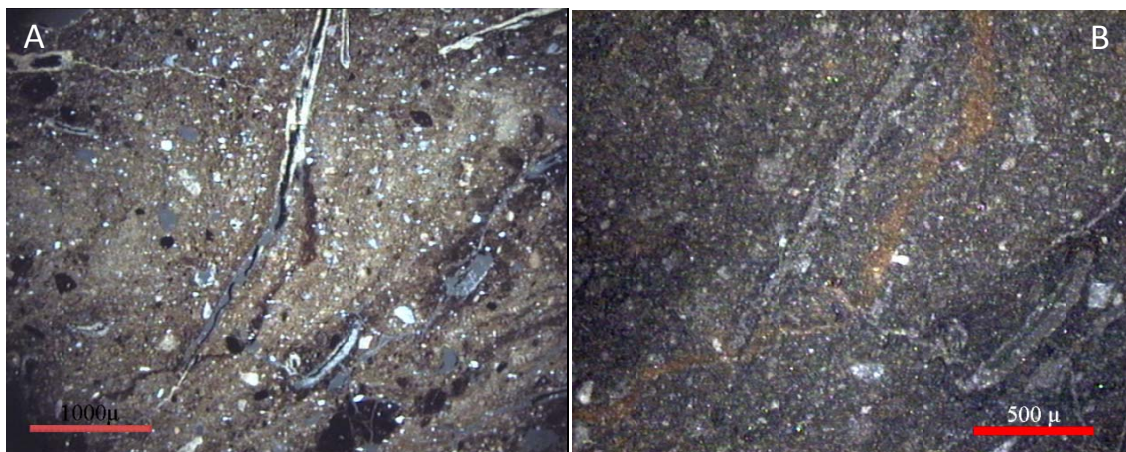


Figura 122. Microfotografías de la pieza TSB-2/41 A) matriz abigarrada con poros con materia orgánica grafitizada (con nicoles cruzados). B) Vena en la matriz arcillosa de color ocre rica en óxido de hierro bajo luz reflejada.

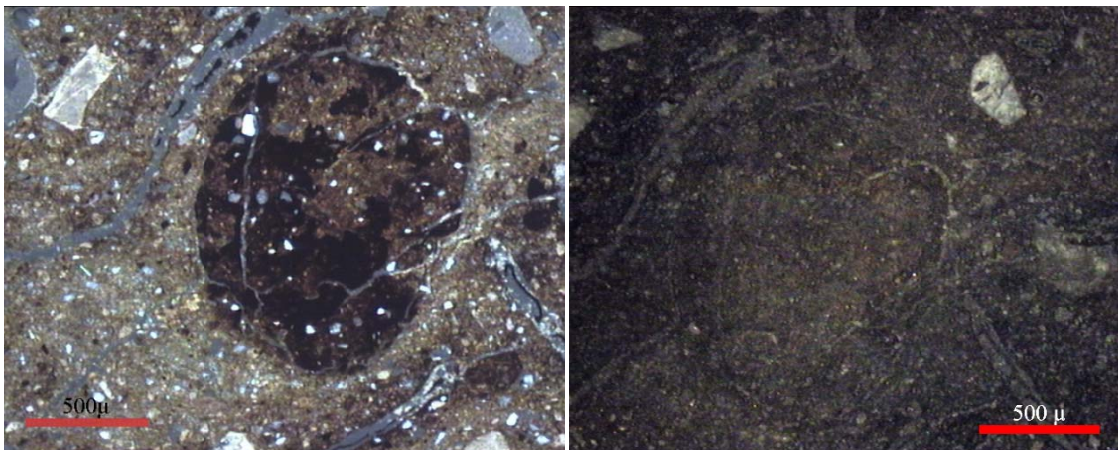


Figura 123. Microfotografías de la pieza TSB-2/41 A) gran inclusión opaca de forma esférica con cuarzo y fracturas en su interior y cristal aislado de calcita cristalina con (nicoses cruzados). B) inclusión de la anterior figura bajo luz reflejada.

10.2.5.2. *Closos de Can Gaià.*

En este yacimiento, dado el limitado número de láminas delgadas analizadas y lo alejado de su ubicación respecto a la zona a la que se adscriben el resto de asentamientos, se ha optado por no realizar agrupaciones petrológicas de las muestras sino describirlas de forma individual. Además, si bien algunas de las pastas muestran ciertas similitudes en algunos de sus rasgos (CLG-1233, CLG-1594, CLG-2664, CLG-205), podemos señalar que se han constatado piezas singulares en términos petrográficos, como CLG-149 o CLG-2755. Ha resultado, por tanto, de mayor utilidad una estrategia no agrupativa aunque, de todos modos, se señalarán las diferencias y similitudes existentes entre unas piezas y otras.

a) CLG-2755.

Esta petrofábrica destaca por la presencia de una matriz óptimamente activa de color verdoso-marrón oscuro (PPL-XPL), con abundantes inclusiones, compacta y con escasos poros. Esta pasta no presenta calcita cristalina ni carbonatos de ningún tipo, sino que, dentro de las inclusiones, domina el cuarzo (15%) policristalino y monocristalino subredondeado y redondeado de hasta 600 µm de diámetro que se presenta mal ordenado por la matriz (Fig. 124).

Por un lado, esta pieza, es la única de las estudiadas que presenta cierta cantidad de cristales (10%) de feldespato potásico muy alterado, ortoclasa y microclina, de hasta 600 μm de aspecto subredondeado bien ordenado. También se documentan plagioclasas, albita, subredondeadas de hasta 850 μm de diámetro (Fig. 124b y 125b). Por otro lado, se constatan algunos granos (3%) de biotita (Fig. 125a) y laminillas de moscovita (3%) de hasta 250 μm de diámetro por lo que las micas son más frecuentes que en el resto de petrofábricas. Finalmente, se constatan algunas inclusiones de óxidos de hierro opacos de gran tamaño (1400 μm).

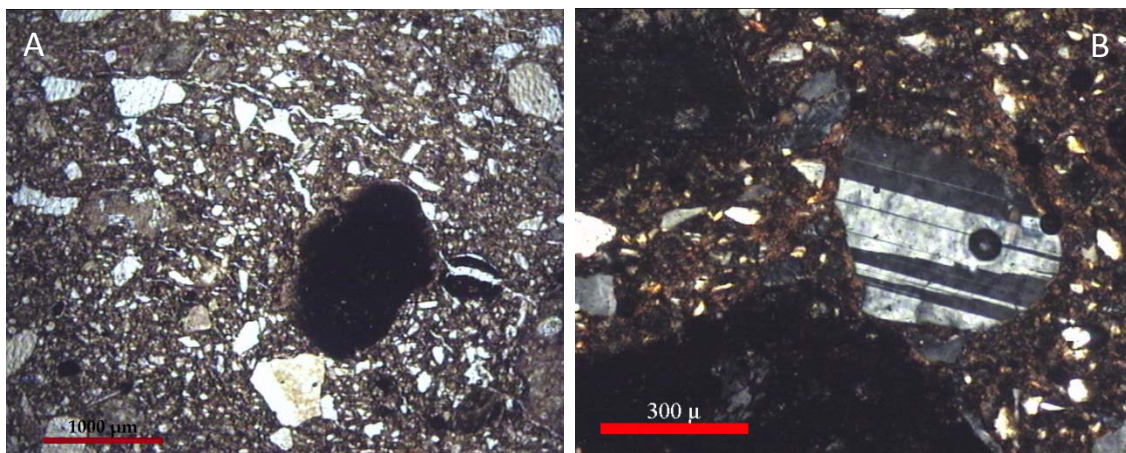


Figura 124. Microfotografías de la Pieza CLG-2755 A) matriz con escasos poros sin carbonatos o materia orgánica y rica en feldespato potásico y cuarzo (PPL). B) cristal de plagioclasas con un característico maclado polisintético y cristales de cuarzo (XPL).

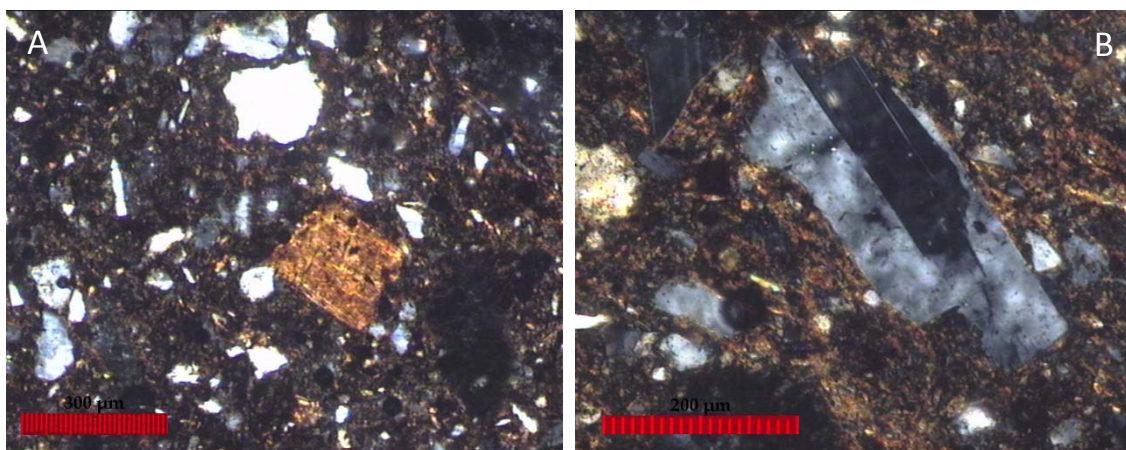


Figura 125. Microfotografías con nicols cruzados de la Pieza CLG-2755 A) fragmento de mica biotita B) cristal de feldespato potásico y moscovitas (XPL).

b) CLG-149.

Es una pieza del Bronce Antiguo con un engobe de color rojizo muy fino en la superficie externa. La matriz es inactiva en la parte externa de la cerámica, pero óptimamente activa en el margen interno. Estas diferencias se plasman en la coloración de la pasta que pasa de rojo-marrón claro a verdoso y luego negro (PPL-XPL). El aspecto de la matriz es diferente ya que se presenta mucho más cohesionada y compacta así como sin el característico aspecto microcristalino observado en las otras piezas (Fig. 126a). La matriz tiene una alta porosidad interna, presencia moderada de inclusiones muy mal ordenadas y, de forma aislada, óxidos opacos redondeados.

Se documenta la presencia minoritaria de cristales de hasta 1200 μm de calcita espática cristalina con bandas en su interior o alteradas a micrita (10%). Se documentan abundantes inclusiones redondeadas de caliza más o menos ferruginosa formadas por calcita micrita de hasta 600 μm . Los carbonatos que se observan en la pasta están muy alterados por la cocción, la mayoría de romboedros de calcita cristalina han empezado a perder su morfología original y han iniciado su proceso de descomposición, adquiriendo una tonalidad grisácea y un aspecto muy sucio (Fig. 126b). También se detecta un ligero incremento de la porosidad móldica, un tipo de porosidad secundaria que se origina en la pasta, tras la cocción o el enterramiento¹⁰⁰, como consecuencia la descomposición de los cristales de calcita. Sólo los cristales más grandes conservan su forma y estructura, aunque con maclas en su interior. Por otro lado, se observan restos de chamota, cerámicas trituradas hasta un tamaño submilimétrico que carecen de birrefrencia y se muestran muy reducidas, con una coloración negra. Finalmente, el cuarzo monocristalino subredondeado y redondeado está presente en muy poca cantidad (4%) y en tamaño pequeño (200 μm). También destacan algunas laminillas de moscovita muy escasas (< 3%) y de pequeño tamaño (< 100 μm).

¹⁰⁰ Si bien algunos autores (Risch y Gómez Gras 2003) señalan que la formación de poros fantasma asociados a la descomposición de los cristales de calcita se relaciona con su descomposición durante la cocción otros investigadores (Larrea *et al.* 1999) sostienen que este tipo de poros pueden relacionarse también con procesos tafonómicos. La calcita durante el enterramiento puede sufrir un proceso de disolución, bien por estar depositada en un medio ácido o por lixiviación, debido a una abundante pluviosidad y a la circulación de agua por los suelos. En estas situaciones, valores de PH situados entre 5.1 y 6 son suficientes para disolver el carbonato cálcico en estado puro.

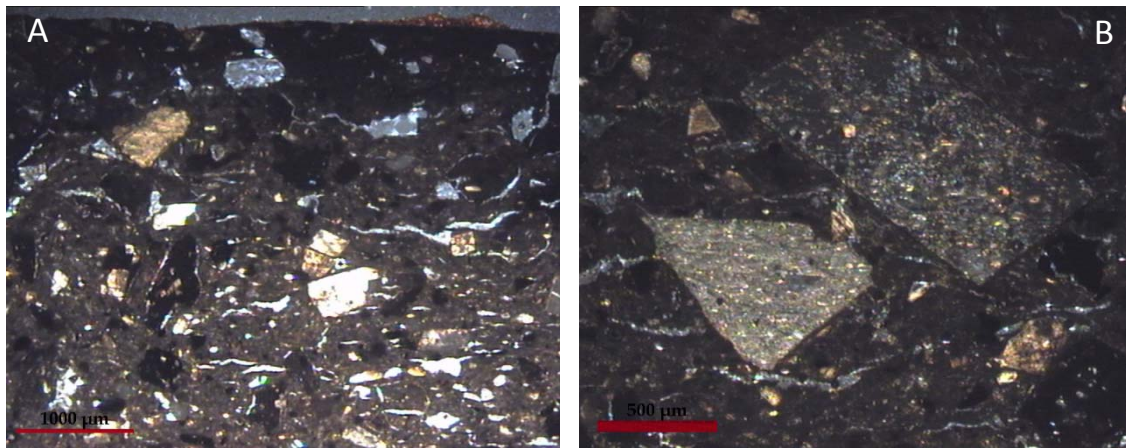


Figura 126. Microfotografías de la pieza CLG-149 bajo nicoles cruzados A) matriz muy compacta con escasos poros con fragmentos de chamota, calcita cristalina y un engobe en la superficie. B) Cristales de calcita cristalina de color gris con una alteración térmica consistente en la formación de micrita y el aumento de la porosidad móldica.

c) CLG-1233.

Es una pieza del Bronce Final con una matriz, con abundantes microporos, de color marrón claro-marrón (PPL-XPL) óptimamente activa con una cantidad muy alta de inclusiones donde predominan (25%) monocristales romboidales de calcita cristalina espática y microespática de 800 μm , aunque algunos de éstos son de hasta 1000 μm . Muchos cristales presentan alteraciones térmicas, observándose bandas en su interior y, en algunos casos, el inicio de la descomposición de su estructura interna (Fig. 127).

Junto a estos minerales se observan fragmentos de roca caliza (5%) del mismo tamaño pero muy redondeados, formados por calcita micrita. También se observa calcita microespática en los poros de la matriz. Los cuarzos son de tamaño pequeño (<200 μm) monocristalinos y subredondeados, están en escasa cantidad (3%), y hay algunos granos aislados de tipo policristalinos. Finalmente, se observan laminillas de moscovita de muy pequeño tamaño (<100 μm), observables a 200x. Se documentan escasos óxidos de hierro (<2%) de pequeño tamaño (<200 μm) y la ausencia de foraminíferos en la pasta, si los hubo, debieron descomponerse durante la cocción de la pieza.

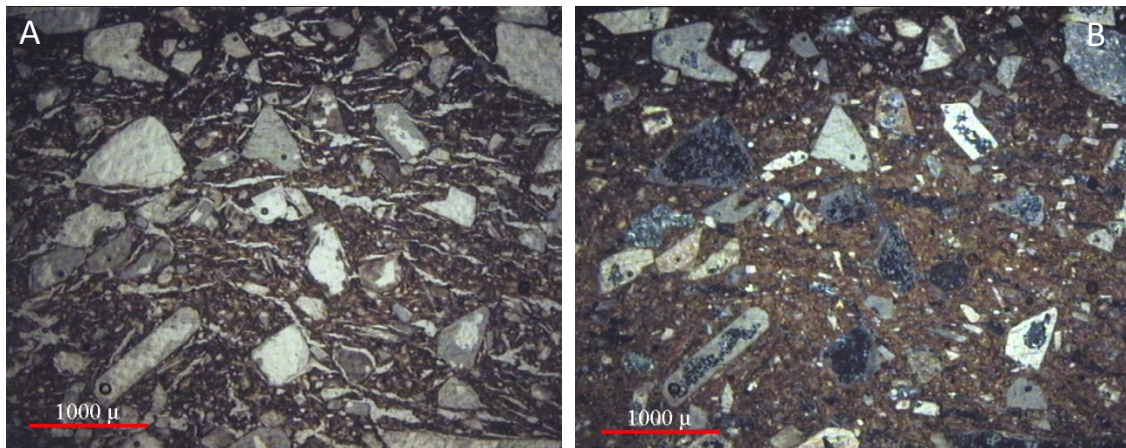


Figura 127. Microfotografías de la pieza CLG-1233 A) matriz rica en arcilla con abundantes microporos y granos de calcita cristalina que en algunos granos (B) ha comenzado a perder su estructura favoreciendo el incremento de porosidad móldica (PPL/XPL).

d) CLG-1594.

Es una pieza con una matriz óptimamente activa de color negro (XPL/PPL) muy porosa y con una cantidad muy alta de desgrasante mineral (35-40%) compuesto de calcita espática cristalina de forma romboidal y prismática de hasta 1450 µm de diámetro que se ordena de forma seriada. En la mayoría de casos, los cristales se encuentran muy alterados por procesos térmicos presentando maclas en su interior de color gris (Fig. 128). En la superficie de la pieza se observa una pátina de arcilla que reduce la porosidad abierta que presenta la pasta. La matriz presenta algunas pocas inclusiones opacas de hasta 300 µm y morfología redondeada.

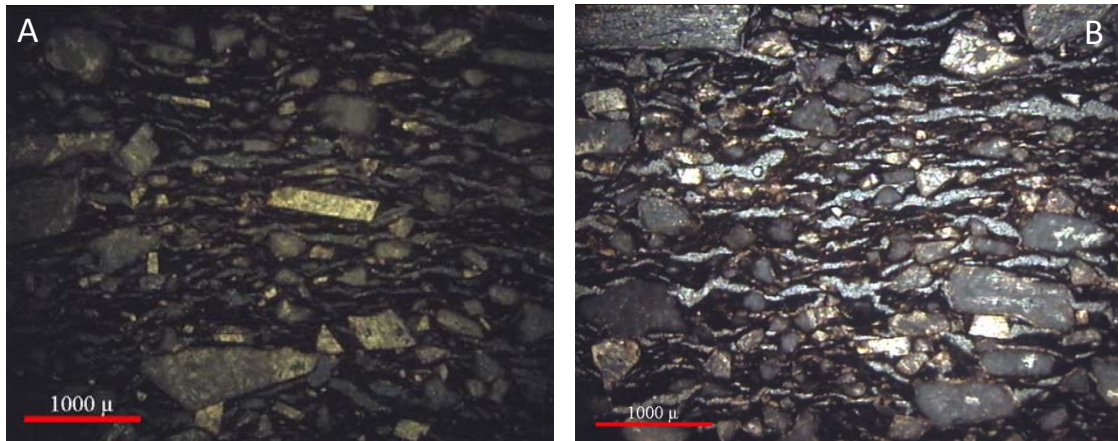


Figura 128. Microfotografías de la Pieza CLG-1594 A) matriz porosa cocida de color negro con abundantes fragmentos de calcita cristalina de forma romboide y prismática (XPL). B) Abundantes granos de calcita térmicamente alterados y tamaño grueso (PPL).

e) CLG-2664.

Es una cerámica del Bronce Final con un alto índice de microporos y calcita micrita relleno los macroporos que comunican con el exterior. La matriz es óptimamente activa de color negro-marrón (PPL) marrón oscuro (XPL) y presenta una cantidad muy alta (40%) de romboedros de calcita cristalina de tamaño seriado que, sin embargo, tiene tendencia a ordenarse en una fracción $<700 \mu\text{m}$. La calcita presenta indicios de alteración térmica (Fig. 129), especialmente en aquellos cristales más cercanos a la superficie externa de la pieza, donde se observa la presencia de un engobe de color rojizo. El cuarzo está presente en muy escasa cantidad (3%), es monocristalino, de un tamaño muy pequeño y aspecto redondeado, aunque algunos granos muestran fracturas concoides. Finalmente, se documenta la presencia escasa (3%) de óxidos opacos de hasta $350 \mu\text{m}$. Señalar también, la ausencia de foraminíferos u otros microfósiles en la pasta.

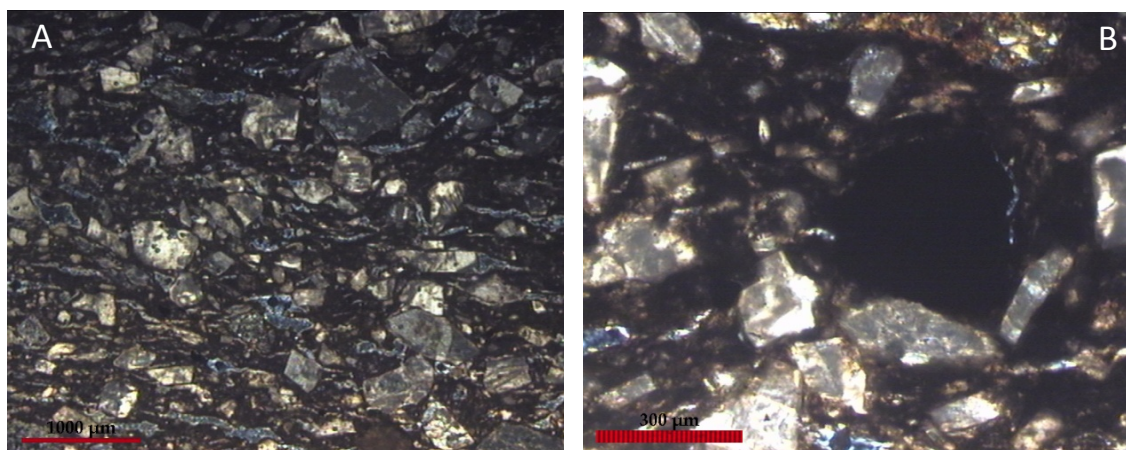


Figura 129. Microfotografías de la pieza CLG-2664 A) matriz reducida con abundantes fragmentos de calcita cristalina alterados térmicamente (XPL). B) Cristales de calcita cristalina con maclas de color gris debido a la alteración térmica y un óxido opaco en la matriz, en la zona superior se pueden observar restos de un engobe en la superficie externa de la pieza (PPL).

f) CLG-205.

Esta pieza muestra una matriz diferente a las observadas en este yacimiento. La matriz es muy compacta y óptimamente activa de color marrón/rojo (PPL) y marrón (XPL) típica de cocciones oxidantes. Esta pieza presenta un 3% de óxidos de hierro opacos de hasta 150 μm de diámetro así como algún nódulo de arcilla. La pasta contiene una alta cantidad de calcita cristalina (30%) donde algunos granos son de gran tamaño (2400 μm), aunque lo más usual son granos submilimétricos, inferiores a 700 μm (Fig. 130). También, se han detectado algunos cristales que presentan alteraciones térmicas, consistentes, fundamentalmente, en superficies con maclas oscuras. La arcilla utilizada es muy fina y apenas presenta inclusiones de cuarzo y feldespato potásico. El cuarzo es escaso (2%) de tipo monocristalino de tendencia redondeada y muy pequeño tamaño (100 μm). Finalmente, se documenta una capa de engobe muy fino y se observan restos de un carbón de forma circular (Fig. 130a) con un diámetro de 1000 μm . Destacar, también, la ausencia de microfósiles en la pasta.

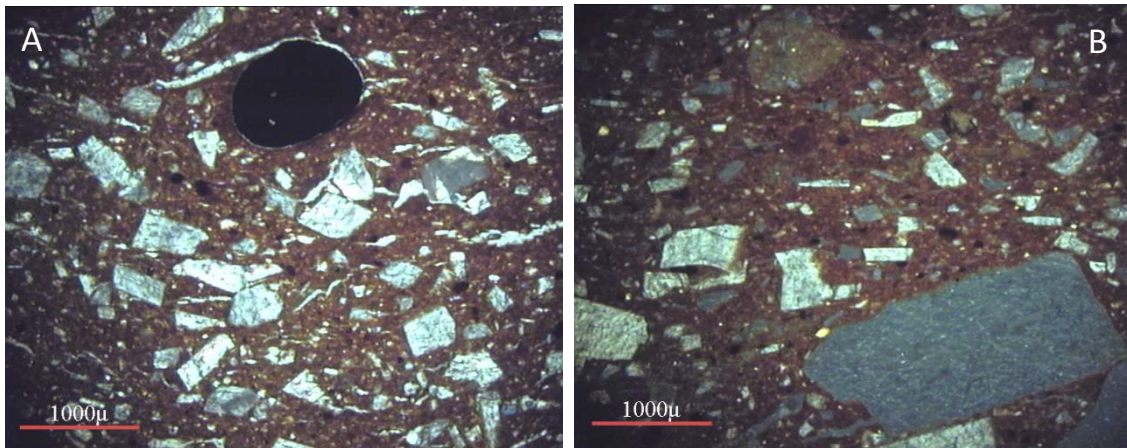


Figura 130. Microfotografías de la pieza CLG-205 A) matriz muy compacta con escasos macroporos con un fragmento de carbón redondeado y abundante calcita cristalina (PPL). B) cristal de calcita cristalina de gran tamaño sobre una rica matriz arcillosa muy fina (XPL).

11.3. Conclusiones del análisis mineralógico y petrológico.

El análisis mineralógico realizado sobre las piezas mediante difracción de rayos X y el estudio petrológico efectuado sobre una selección de piezas de las distintas producciones identificadas en el análisis químico, y sobre gran parte de las pastas atípicas detectadas en los yacimientos, han permitido caracterizar algunos rasgos de las cerámicas que se relacionarán más adelante con la procedencia de las materias primas y con las técnicas utilizadas en la fabricación de los artefactos.

La composición mineralógica básica es muy parecida para la amplia mayoría de piezas donde se documentan como fases principales la presencia de minerales de la arcilla, esencialmente illita-moscovita, así como calcita, cuarzo y, de forma accesorio, feldespatos. Todos estos minerales son muy comunes en entornos sedimentarios y las variaciones que se observan en las muestras se deben principalmente a las distintas cantidades de los mismos. En este sentido, las variaciones en estos minerales se han podido relacionar petrológicamente con la adición a las pastas de cantidades variables, a menudo muy altas, de calcita cristalina que, en muchos casos, puede presentar algunos indicios de alteración térmica. Este mineral se añade sobre arcillas, normalmente, muy finas que pueden contener foraminíferos.

En este caso, las piezas con picos muy intensos de calcita se relacionan, esencialmente, con aquellas integradas en el Petrogrupo 1 así como con algunas piezas que no se han clasificado en petrogrupos del *Puig de Sa Morisca* y *Closos de Can Gaià*. En relación a este aspecto, el análisis semicuantitativo realizado mediante DRX ha permitido señalar que la adición de calcita altera, como es lógico, las concentraciones de los distintos minerales detectados en la pasta.

Como fases minerales que aparecen de forma minoritaria en sólo algunas de las cerámicas tenemos que señalar la presencia de montmorillonita, dolomita y fases de alta temperatura, como gehlenita y anortita, que se han detectado únicamente en piezas del Bronce Antiguo y Medio. También, un escaso número de piezas han mostrado picos poco intensos de óxidos de hierro como hematites y titano-magnetita que se relacionan bien con las muestras del Petrogrupo 2, muy rica en inclusiones opacas y coincidente también con muestras de los Grupos Composicionales TSB-A y B del *Turó de les Abelles*, muy ricos en Fe_2O_3 y TiO_2 . Este grupo de piezas destaca además por presentar una matriz arcillosa muy mal homogeneizada con abundante materia orgánica y una textura muy desordenada lo que provoca la presencia de una distribución heterogénea de los distintos componentes que forman la matriz.

Por otro lado, en contraposición con las piezas muy calcáreas y las ferruginosas, observamos un número reducido de piezas que han mostrado cantidades sensiblemente más altas de cuarzo cuando han sido difractadas con rayos X. El examen bajo microscopio petrográfico ha permitido corroborar que la fracción gruesa de estas muestras está básicamente formada por cuarzo de tipo monocristalino presente en altas cantidades, pudiéndose establecer este tipo de pastas como un petrogrupo diferenciado: el Petrogrupo 4.

El análisis petrográfico ha permitido, por un lado corroborar que las matrices arcillosas de las pastas mantienen su birrefringencia, aspecto que se relaciona bien con la ausencia de fases minerales de alta temperatura en la amplia mayoría de cerámicas. Por otro lado, la mayor parte de minerales (calcita cristalina, cuarzo, feldespato potásico, laminillas de moscovita, dolomita, etc.) y rocas (calizas, areniscas, calcarenitas, etc.) presentes en las muestras analizadas con luz polarizada, se relacionan bien con un entorno sedimentario como el observado en los territorios estudiados.

Un aspecto que resulta interesante señalar es la presencia del Petrogrupo 3, donde se han utilizado básicamente calcarenitas bioclásticas para conformar la matriz gruesa, que ha sido únicamente detectable mediante análisis petrográfico. También se documentan dos petrofábricas diferenciadas que presentan cerámicas trituradas utilizadas como desgrasante (CLG-149 y SM-659). Finalmente, el análisis petrológico ha permitido observar como muchas de las piezas que no se habían podido clasificar químicamente muestran también ciertos rasgos petrográficos particulares, constituyendo piezas con un carácter singular dentro del registro analizado. Al igual que sucedía en el análisis composicional, un alto número de muestras han resultado difíciles de clasificar petrológicamente. Dentro de este grupo no clasificado destaca, por su singularidad, la pieza CLG-2755 que ya en los análisis de FRX y DRX mostraba una composición particular, en este caso, se ha podido identificar petrográficamente una pasta rica en cuarzo, feldespatos potásicos, plagioclasas, moscovita y biotita ordenados en una fracción y textura que no se ha constatado en ninguna de las otras piezas estudiadas.

12. ANÁLISIS TEXTURAL MEDIANTE ANÁLISIS DE IMAGEN.

El análisis textural mediante análisis de imagen se ha realizado sobre 132 de las piezas cerámicas disponibles (Tablas 14-17). Los resúmenes descriptivos realizados utilizando la totalidad de los datos han mostrado una gran variabilidad en las pastas dependiendo de la cantidad de fase mineral, el tamaño de los granos y el porcentaje de materia orgánica presente en las muestras (Cuadro 29). Por un lado, hay abundantes piezas sin apenas desgrasante vegetal, mientras otras tienen altas cantidades de este tipo de material, lo mismo ocurre con las inclusiones minerales. La gran variabilidad de texturas observadas en el registro sugiere el establecimiento de diversos grupos o categorías texturales en el conjunto de los datos con la finalidad de favorecer una lectura de los mismos y hacerlos manipulables arqueológicamente. Estos Grupos Texturales (GT) permitirán, posteriormente, obtener información acerca de ciertos parámetros de la cerámica que son importantes para abordar cuestiones relacionadas, principalmente, con la tecnología y la funcionalidad de las piezas.

Cuadro 29. Estadísticos descriptivos de las variables texturales de las piezas estudiadas con análisis de imagen.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Mineral	132	,5	28,0	8,937	6,6432
% Materia orgánica	132	,0	21,1	5,528	5,0619
% < 300 μm	132	8,1	92,4	31,175	17,5994
% 300-800 μm	132	7,6	83,0	48,812	14,7871
% >800 μm	132	,0	68,7	20,008	19,4702

Para establecer los Grupos Texturales se ha aplicado un análisis multivariante de conglomerados jerárquicos. Los resultados y las agrupaciones obtenidas mediante este procedimiento, una vez confirmados los resultados con un análisis visual, permiten aceptar como válidos los grupos establecidos. Estos grupos son a la vez representativos de las diversas texturas y diferentes entre ellos de modo que constituyen un buen marco de referencia para futuras clasificaciones de las texturas de pastas cerámicas a mano de la isla. De todos modos, estas categorías deberán matizarse y completarse con nuevos grupos texturales que vayan apareciendo.

12.1. Establecimiento de Grupos Texturales.

El análisis de las variables y las agrupaciones reflejadas en el dendograma realizado utilizando agrupación al centroide y distancia euclidiana al cuadrado, permiten observar diversos grupos que se ordenan en función de la cantidad de desgrasante mineral y su tamaño. En segundo término, se refleja la cantidad de materia orgánica. Uno de los criterios que suelen utilizarse en los estudios texturales para determinar si se ha añadido desgrasante a las piezas, aspectos que tienen especial relevancia tecnológica y funcional, es el criterio de abundancia. Cuanto más mineral tiene una pieza más probabilidades hay que este componente sea añadido artificialmente. En este sentido, nos interesa que las agrupaciones realizadas con métodos estadísticos reflejen este aspecto a la hora de clasificar el conjunto de los datos. De este modo, se ha creído conveniente que el análisis de conglomerados tuviera, prioritariamente, en consideración la cantidad de desgrasante mineral de las pastas para establecer las aglomeraciones. Para dar mayor peso a la cantidad de materia mineral en las agrupaciones se han multiplicado $\times 10$ los valores en esta variable.

Por otro lado, el clúster considerará, en segundo término, el tamaño del desgrasante y la cantidad de materia vegetal para establecer los distintos grupos. Con este procedimiento se pretenden evitar agrupaciones donde prime el tamaño de los desgrasantes, y por tanto, grupos que comprendan tanto piezas con poco como con mucho mineral pero donde éste se presente mayoritariamente de un tamaño parecido. Este tipo de agrupaciones no se han considerado útiles para realizar una clasificación de grupos texturales que fuera eficaz para posteriores aplicaciones relacionadas con la tecnología y la morfo-potencialidad o funcionalidad de las piezas. Finalmente, el desgrasante vegetal se ha considerado en un segundo plano ya que los valores de este desgrasante presentan una alta variabilidad ($CV = 0.92$, $n = 132$) con valores muy dispersos escasamente correlacionados con la cantidad de mineral ($r \text{ Pearson} = -0.523$, $n = 132$). Ello daba lugar a multitud de sub-agrupaciones en las que se asimilaban piezas con cantidades muy divergentes de desgrasante mineral, dificultando el establecimiento de Grupos Texturales que tuvieran el carácter comprensible, utilizable y comunicador que debe perseguir cualquier propuesta clasificatoria. De todas formas, dentro de cada GT se han podido introducir distintas sub-variantes a partir de agrupaciones jerárquicas en función de la cantidad de materia orgánica presente en las muestras.

Para tantear la relación existente entre las distintas variables y representar los grupos en un gráfico de dos dimensiones se ha realizado un análisis factorial utilizando Análisis de Componentes Principales (Cuadro 30). Este método permite reducir las seis variables utilizadas a sólo dos nuevas variables o componentes que contienen un alto grado de información de los datos. Como podemos observar, el Componente 1 explica el 49% de la varianza de los datos, existiendo una correlación negativa entre, por un lado, la cantidad de desgrasante mineral, la cantidad de granos de más de 800 μm de longitud y, por otro, la cantidad de desgrasante vegetal y la cantidad de desgrasante mineral de tamaño inferior a 300 μm . Estas relaciones indican que gran parte del registro se caracteriza por una dicotomía en la cantidad de anti-plástico vegetal/mineral y en el tamaño grueso o fino del desgrasante mineral. Este componente agrupa bien la varianza contenida en estas variables que tienen unas contribuciones importantes ($>.68$) dentro del componente.

El componente 2 explica un 27% de la varianza llegando los dos componentes a representar una varianza acumulada de 76%. En este componente, la variable claramente predominante sobre el resto es la cantidad de desgrasante mineral con un tamaño entre 300 y 800 μm , con una correlación superior al .91. Se observa una correlación negativa, aunque de escasa significación ($<.5$), entre esta variable y la cantidad de desgrasante mineral de tamaño fino y grueso. Lo mismo ocurre con la cantidad de materia orgánica. En definitiva, cuando aumenta la cantidad de desgrasante de tamaño medio, el desgrasante fino, pero especialmente el grueso, disminuyen de importancia en las pastas.

Cuadro 30. Resultados del análisis de ACP realizado con variables texturales: varianza y componentes extraídos.

Componente	Total	% de la varianza	% acumulado
1	2,449	48,982	48,982
2	1,359	27,173	76,155
3	,760	15,199	91,354
4	,432	8,646	100,000

	Componente	
	1	2
% Mineral	,798	,129
% Materia orgánica	-,679	-,252
% < 300 μm	-,837	-,241
% 300-800 μm	-,060	,975
% >800 μm	,804	-,519

El ACP realizado muestra relaciones entre variables y el peso de cada variable dentro del componente. En un gráfico de dispersión (Fig. 131) efectuado a partir de los dos primeros componentes se pueden observar ciertas tendencias en la ubicación de los distintos grupos texturales obtenidos del análisis clúster. Sin embargo, existe un gran solapamiento entre individuos de distintos grupos, debido, probablemente, a dicotomías en la cantidad de materia orgánica presente en las muestras que, como se ha comentado, habían sido minimizadas en el análisis clúster (Fig. 133). Sin embargo, se pueden realizar distinciones claras en función de la cantidad y el tamaño de desgrasantes, por ejemplo los subgrupos que conforman el Grupo A y el Grupo C se agrupan claramente diferenciados entre sí como ya se observó en el dendrograma, las muestras de textura gruesa se agrupan a la izquierda del dendrograma y en la parte superior del análisis ACP mientras las de textura fina, lo hacen en la parte baja y en el margen derecho del clúster.

En este sentido, observamos que los grupos establecidos a partir de la matriz de distancias obtenidas del análisis clúster tienen cierta correspondencia con el comportamiento en estos dos componentes. Sin embargo, donde realmente se han ordenado satisfactoriamente los grupos obtenidos en el dendrograma ha sido en un gráfico de dispersión que contemple las variables cantidad de desgrasante presente en la pasta frente al porcentaje de material anti-plástico mineral con un tamaño superior a las 300 μm (Fig. 132). De este modo, se confirma que las agrupaciones obtenidas en el análisis de conglomerados jerárquicos responden básicamente a la cantidad de desgrasante mineral y a su tamaño de partícula. Existen grupos de piezas con abundante desgrasante mineral de tamaño grueso mientras, hay otros que muestran una escasa cantidad de desgrasante siendo éste además de un tamaño más fino. Estas diferencias texturales y granulométricas se plasman claramente en el comportamiento de las distintas curvas granulométricas asociadas a cada uno de los grupos (Figura 132).

A continuación se procede a describir las características de cada uno de los grupos y subgrupos texturales establecidos mediante este procedimiento.

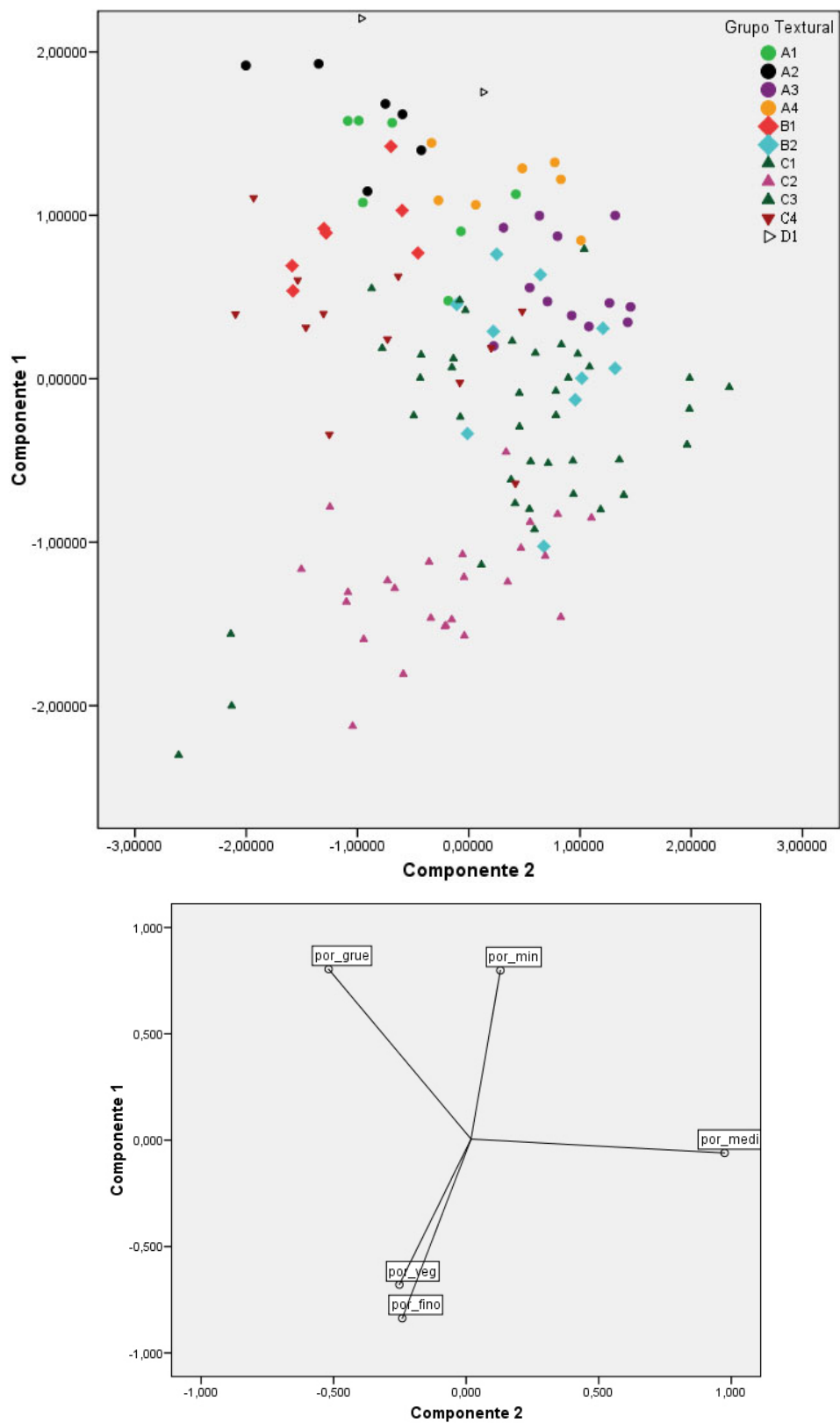


Figura 131. Gráfico ACP mostrando la dispersión de las variables texturales y de los individuos y según el Grupo Textural en el que se han aglomerado en el análisis de conglomerados jerárquicos. 411

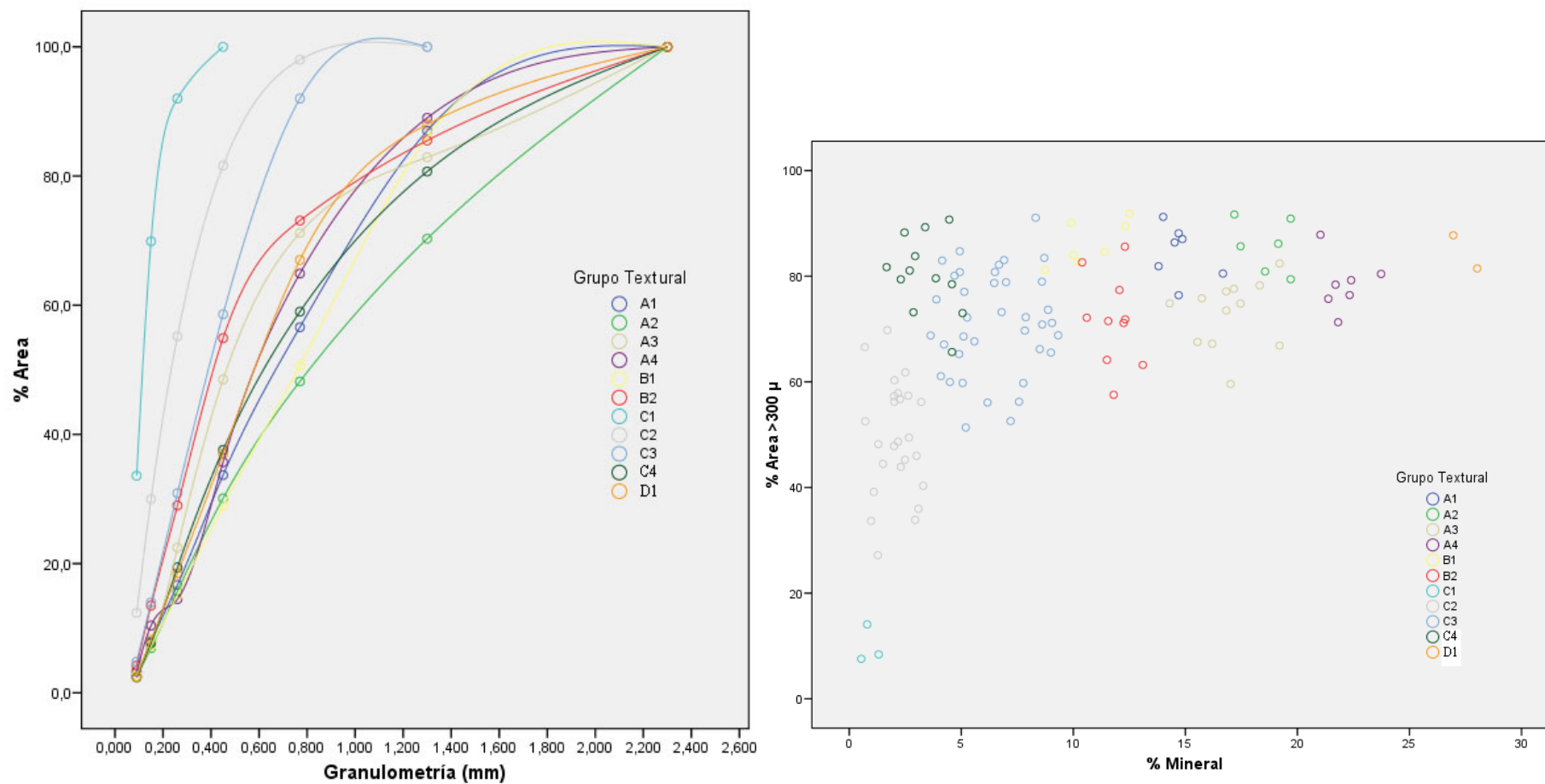


Figura 132. Curvas granulométricas de los distintos Grupos Texturales establecidos y gráfico de dispersión mostrando su distribución en función del % de mineral y el área que ocupan en la matriz los desgrasantes medios y gruesos (> 300 μ m).

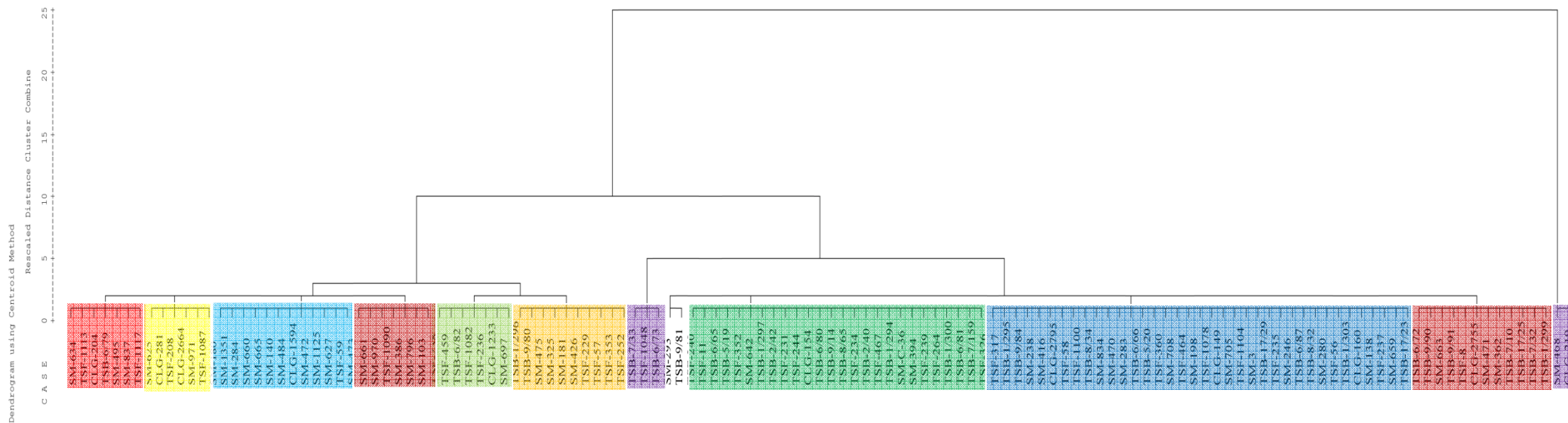


Figura 133. Dendrograma según porcentaje y tamaño del desgrasante mineral y porcentaje de materia vegetal utilizando distancia euclidiana al cuadrado y agrupamiento centroeide.

12.1.1. Grupo Textural A (GT-A).

Este grupo de 32 piezas se caracteriza por presentar cantidades altas de desgrasante mineral (14-22%), siendo éste principalmente de un tamaño grueso-medio o medio (>300 μm). La cantidad de desgrasante vegetal es nula o residual, en todo caso resulta muy baja e inferior al 5%. Las escasas piezas que sobrepasan este porcentaje son, además, del Postalayótico (TSB-6/79; SM-971) y una de época talayótica tardía (TSF-1117) cuya pasta ha sido considerada una rareza dentro del registro de esta época. Sería, por tanto, un grupo de piezas cronológicamente variadas, donde abundan piezas del Bronce Final, mientras las piezas del Postalayótico II son meramente testimoniales, con pastas con abundante anti-plásticos, textura grosera y altamente funcionales. Dentro de este gran grupo, se pueden observar en el dendrograma varios subgrupos relacionados con ciertas tendencias y matizaciones en función de la cantidad y el tamaño del desgrasante mineral presente, como ha atestado el gráfico de dispersión realizado.

a) Grupo Textural A1 (GT-A1): (Fig. 134, Cuadro 31).

Se trata de un grupo de siete muestras con una cantidad de desgrasante mineral media-alta (14-17%) siendo éste de un tamaño grueso-medio (84% >300 μm) y estando ordenado de forma seriada. Constituyen las muestras que poseen más desgrasante mineral de mayor tamaño. Es un grupo que, salvo excepciones del Postalayótico (TSB-6/79 y SM-837), está formado por piezas del Bronce Medio/Final o época Talayótica. Las piezas de este subgrupo que no son del Postalayótico no presentan apenas desgrasante vegetal, excepto la pieza TSF-1117, que ha mostrado cantidades moderadas de este tipo de materia. Sin embargo, su presencia resulta evidente en la pasta ya que se observan algunos grandes poros de morfología alargada en la matriz.

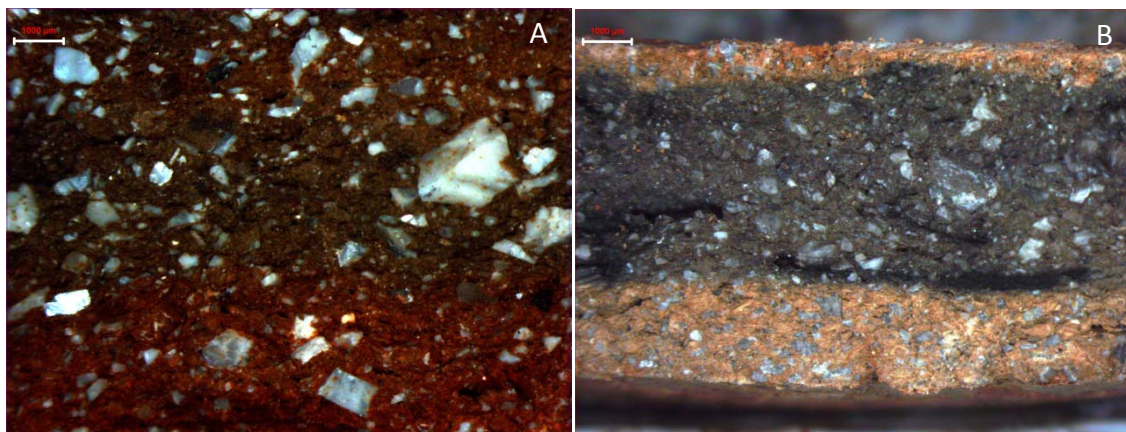


Figura 134. A) Microfotografía de la pasta de la pieza SM-634 y B) Microfotografía de la pieza TSF-1117 donde se observa abundante mineral y algún poro aislado de materia orgánica.

Cuadro 31. Estadísticos descriptivos de variables texturales del Grupo Textural A1.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Mineral	7	13,8	16,7	14,753	,9333
% Materia orgánica	7	,0	7,6	2,218	3,1121
% < 300 µm	7	8,8	23,6	15,484	5,1149
% 300-800 µm	7	31,1	53,2	40,449	8,5161
% >800 µm	7	29,5	55,9	44,064	11,3694

b) Grupo Textural A2 (GT-A2): (Fig. 135, Cuadro 32).

Son seis piezas con una cantidad alta de desgrasante mineral (17-20%), esencialmente de tamaño grueso y, en menor medida, medio (86% >300 µm), de color blanco o translúcido, muy anguloso y ordenado de forma seriada. Salvo una pieza del Postalayótico (SM-971), todas las piezas de este subgrupo son de la Edad del Bronce. Las piezas no poseen materia orgánica en las pastas, sólo de forma residual (TSF-208) y en la pieza del postalayótico ésta está presente de forma muy moderada (5.7%). Las pastas se observan bien compactadas y con escasa porosidad.

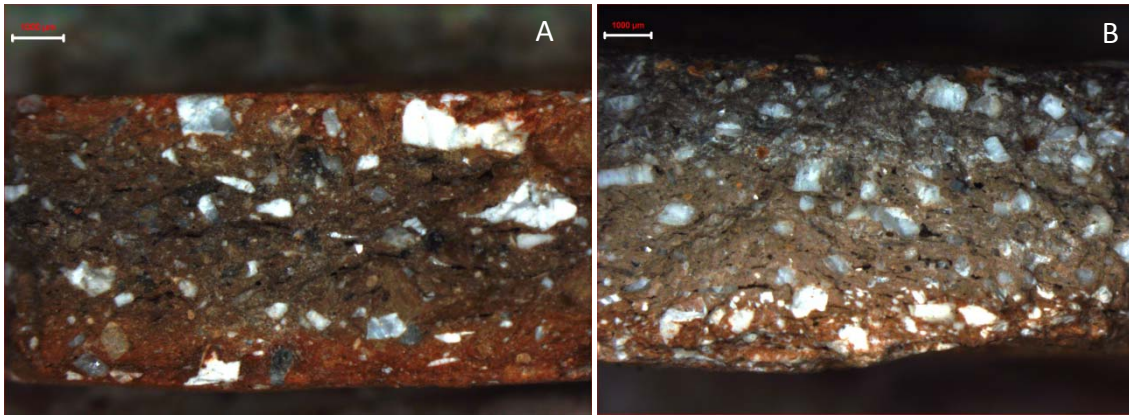


Figura 135. Microfotografías de las piezas TSF-208 (A) y CLG-2664 (B) con abundante desgrasante mineral de morfología angulosa y tamaño grueso.

Cuadro 32. Estadísticos descriptivos de variables texturales del Grupo Textural A2.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Mineral	6	17,2	19,7	18,624	1,0961
% Materia orgánica	6	,0	5,7	1,508	2,4608
% < 300 µm	6	8,3	20,6	14,198	5,0217
% 300-800 µm	6	17,0	39,6	32,130	8,5832
% >800 µm	6	40,7	68,7	53,657	10,7691

c) Grupo Textural A3 (GT-A3): (Fig. 136, Cuadro 33).

Las 12 piezas de este subgrupo muestran una cantidad media-alta de desgrasante mineral (14-19%), pero se caracterizan por presentar, principalmente, un tamaño de grano medio y, en menor medida, fino (85% <800 µm) y una distribución normal. En esta rama del dendrograma se han agrupado mayoritariamente piezas del *Puig de Sa Morisca*, cuatro adscritas al Bronce Final, una a época Talayótica y cinco al Postalayótico. También se ha agrupado una pieza de la Edad del Bronce de *Son Ferrer* (TSF-59) y una del Bronce Final de *Closos de Can Gaià* (CLG-1594). La escasa materia orgánica (<5%) constatada se concentra en las piezas del Postalayótico.

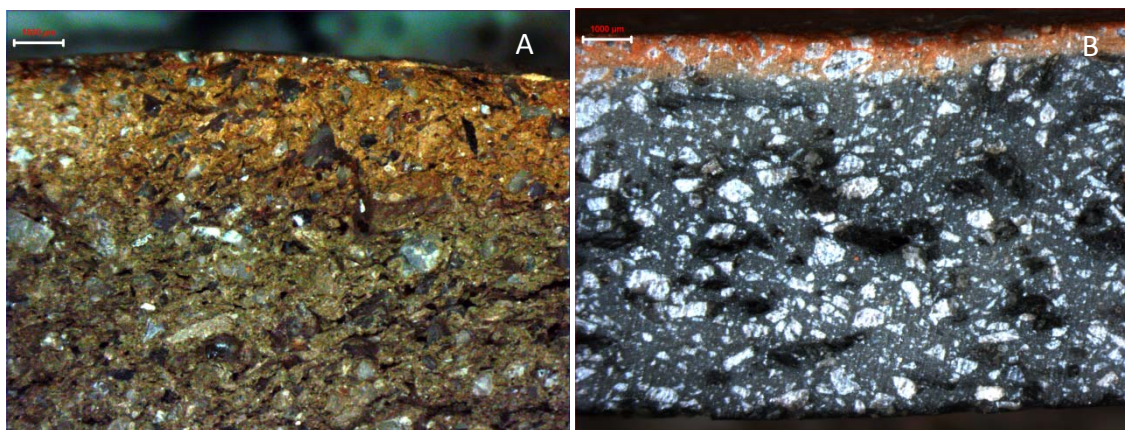


Figura 136. Microfotografías de las piezas SM-627 (A) y SM-660 (B) con abundante desgrasante mineral de un tamaño medio (300-800 µm).

Cuadro 33. Estadísticos descriptivos de variables texturales del Grupo Textural A3.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Mineral	12	14,3	19,2	16,981	1,4598
% Materia orgánica	12	,0	5,0	1,533	1,8648
% < 300 µm	12	17,6	40,4	27,030	6,3884
% 300-800 µm	12	47,8	68,8	58,474	6,7135
% >800 µm	12	2,3	25,5	14,495	6,8883

d) Grupo Textural A4 (GT-A4): (Fig. 137, Cuadro 34).

Son siete piezas que presentan una cantidad de desgrasante mineral muy alta (21-24%) de tamaño medio-grueso (78% >300 µm) ordenado siguiendo una distribución normal. La cantidad de materia orgánica resulta muy baja y sólo está presente de forma residual en las piezas (<4%). Todas las piezas son del *Puig de Sa Morisca*, excepto la vasija TSF-1090 que es de *Son Ferrer*, adscrita a época Talayótica. Por otro lado la pieza SM-473 es del Bronce Final y el resto de piezas se adscribirían al Postalayótico I. En definitiva, se trata de un grupo que abarca piezas de distinta cronología, de textura gruesa, con escasa porosidad y con una matriz muy compacta.

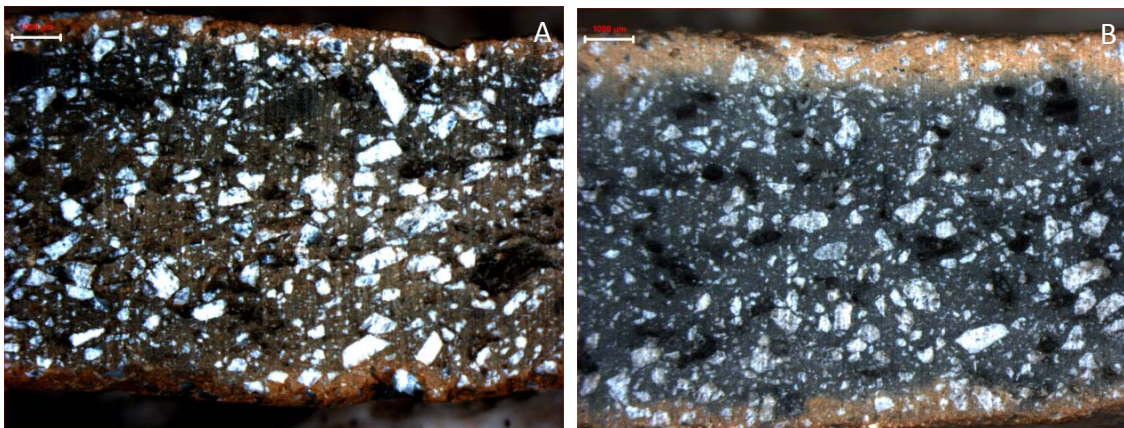


Figura 137. Microfotografías de las piezas SM-473 (A) y SM-661 (B) muy abundantes en desgrasante mineral de un tamaño medio/grueso (>300 µm).

Cuadro 34. Estadísticos descriptivos de variables texturales del Grupo Textural A4.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Mineral	7	21,0	23,7	22,053	,8859
% Materia orgánica	7	,0	3,7	1,444	1,6220
% < 300 µm	7	12,2	28,7	21,519	5,0892
% 300-800 µm	7	39,5	58,1	50,419	7,8062
% >800 µm	7	13,2	38,9	28,061	8,1659

12.1.2. Grupo Textural B.

Este grupo de 17 piezas se caracteriza por presentar cantidades medias de desgrasante mineral (9-13%), siendo éste principalmente de un tamaño grueso-medio o medio (>300 µm). La cantidad de desgrasante vegetal resulta extremadamente variable; se observan piezas que no tienen materia orgánica y otras que tienen cantidades muy altas de este componente, de este modo se pueden establecer distintos subgrupos dependiendo de esta variable. Las piezas que presentan un mayor porcentaje de materia orgánica son las del Postalayótico, que constituye el periodo mejor representado dentro del grupo. Sería, por tanto, un grupo de piezas cronológicamente variadas, donde se constatan minoritariamente piezas del Bronce Final (SM-475, CLG-1233, TSF-1082). La amplia mayoría de las piezas del grupo, excepto TSB-6/82, TSB-1/296, TSB-9/80, son del turriforme escalonado de *Son Ferrer* y, en menor medida del *Puig de Sa Morisca*.

Dentro de este gran grupo se pueden observar en el dendrograma dos subgrupos relacionados con ciertas tendencias en función del tamaño del desgrasante mineral, como ha atestiguado el gráfico de dispersión realizado.

a) Grupo Textural B1 (GT-B1): (Fig. 138, Cuadro 35).

Este grupo se caracteriza por presentar niveles medios de desgrasante mineral (8.5-12.5%) de tamaño grueso/medio (86% >300 μm) con una distribución seriada. Las piezas de este grupo tienen una cantidad media/alta de desgrasante vegetal (5.8-12.2%), a excepción de dos piezas del Bronce Final (TSF-1082; CLG-1233) que constituirían una variante dentro del grupo sin materia orgánica. El desgrasante, especialmente el vegetal, se observa pobremente homogeneizado dentro de la matriz.

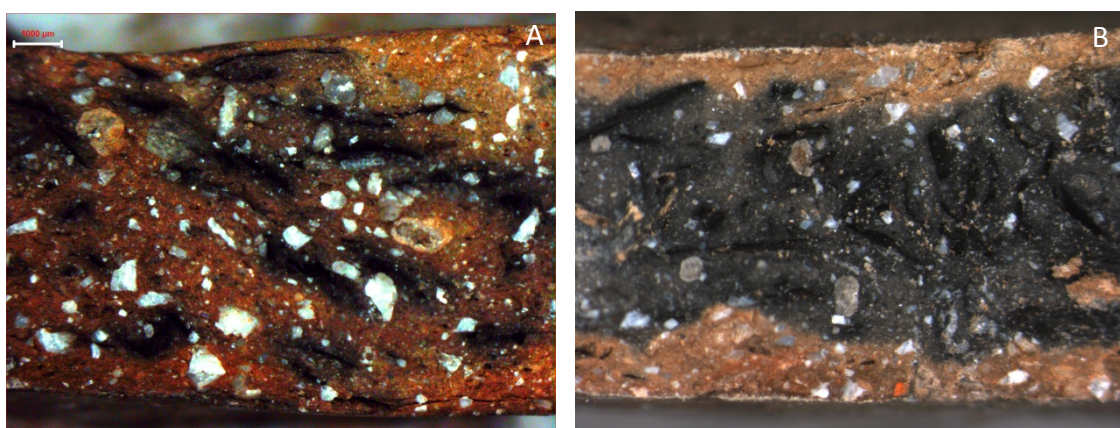


Figura 138. Microfotografías de las piezas SM-697 (A) y TSF-238 (B) con cantidades medias de desgrasante mineral de un tamaño medio/grueso (>300 μm) y cantidades importantes de desgrasante vegetal.

Cuadro 35. Estadísticos descriptivos de variables texturales del Grupo Textural B1.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Mineral	7	8,7	12,5	10,723	1,3895
% Materia orgánica	7	,0	12,2	6,773	4,8494
% < 300 μm	7	8,1	18,8	13,697	4,1170
% 300-800 μm	7	28,4	43,8	35,687	5,1919
% >800 μm	7	40,8	56,5	50,609	5,7565

b) Grupo Textural B2 (GT-B2): (Fig. 139, Cuadro 36).

Son piezas con una cantidad media de desgrasante mineral (10-13%), ordenado en una fracción media-fina (85% <800 μm) con una distribución normalizada y seriada. La cantidad de desgrasante orgánico es, como ya señalamos, muy variable entre 1 y 18%, se constata una sub-variante en el grupo formada por una pieza del Bronce Final (SM-475) y una del Postalayótico II (TSF-57) que no poseen este desgrasante. La última pieza presenta una pasta que constituye, además, una rareza dentro del registro del Postalayótico II. Dentro del subgrupo se observan dos tendencias en función de la cantidad de materia orgánica que presentan las muestras:

- B.2.1. Piezas Postalayóticas (SM-325; SM-426; SM-181; TSF-229; TSB-1/296; TSB-9/80) con una cantidad muy baja de materia orgánica (<5%).
- B.2.2. Piezas Postalayóticas de *Son Ferrer* (TSF-252; TSF-353) que tienen una cantidad alta o muy alta de materia orgánica (11-18%).

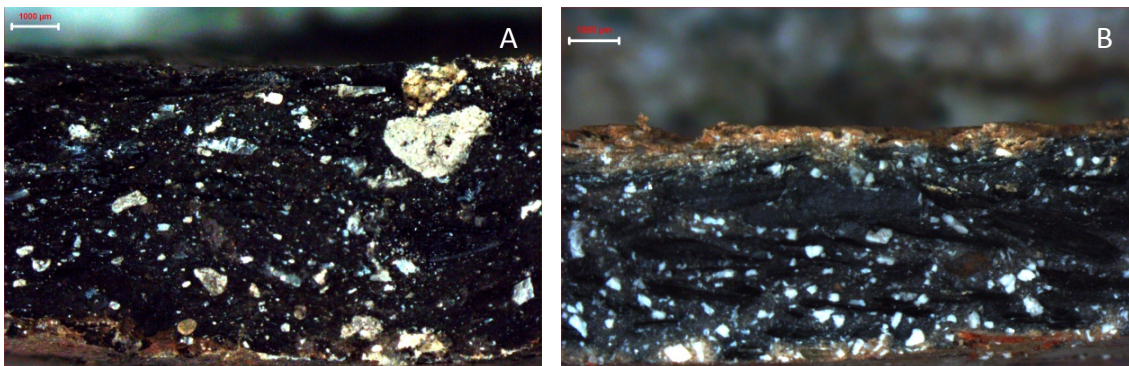


Figura 139. Microfotografías de las piezas A) TSB-1/296 adscrita a GT-B.2.1 con escasa materia vegetal y cantidades medias de desgrasante mineral de hasta 800 μm y B) TSF-353 adscrita a GT-B.2.2 con cantidades medias de desgrasante mineral de un tamaño medio (300-800 μm) y cantidades altas de desgrasante vegetal.

Cuadro 36. Estadísticos descriptivos de variables texturales del Grupo Textural B2.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Mineral	10	10,4	13,1	11,786	,8188
% Materia orgánica	10	,0	18,3	5,217	5,7569
% < 300 µm	10	14,4	42,5	28,285	8,6537
% 300-800 µm	10	45,3	68,9	57,325	7,9887
% >800 µm	10	,0	31,0	14,388	10,8575

12.1.3. Grupo Textural C.

Este gran grupo engloba un total de 80 piezas¹⁰¹ que se oponen claramente en el dendrograma a GT-A y GT-B. Se caracterizan por presentar cantidades medias (5-9%) y especialmente bajas de desgrasante mineral (<3%), siendo éste principalmente de un tamaño medio (300-800 µm) y fino (300 µm). Las texturas gruesas están ausentes y la cantidad de desgrasante vegetal es extremadamente variable. Observamos piezas donde ésta es residual o muy baja, mientras en otras resulta muy alta (<21%). Dentro de este gran grupo se han agrupado la mayor parte de las piezas del Postalayótico I y II, así como las escasas piezas analizadas adscritas al Bronce Antiguo. Las piezas del Bronce Final (TSF-58, SM-470) y del Talayótico (TSF-1100) son muy minoritarias y se asocian a la variante C3 que supone la textura más grosera dentro del grupo. Dentro de este gran grupo podemos observar en el dendrograma varios subgrupos relacionados con ciertas tendencias en función de la cantidad y el tamaño del desgrasante mineral, como ha atestiguado el gráfico de dispersión realizado.

¹⁰¹ En este grupo las piezas (SM-293 y TSB-9/81) forman un agrupamiento diferenciado de escasa entidad, dada la escasa representación de este grupo textural, y con la finalidad de no realizar una clasificación textural demasiado compleja, se ha decidido no incluirlo en el establecimiento de los Grupos Texturales. Además, estas pastas resultan muy parecidas a las piezas del grupo GT-C2.1, con tan solo un incremento del desgrasante mineral del 1-2%.

a) Grupo Textural C1 (GT-C1): (Fig. 140, Cuadro 37).

Las tres piezas que forman este grupo son del Postalayótico II y presentan una pasta con una textura donde el desgrasante mineral resulta muy escaso (<1.5%), estando además muy bien ordenado en su fracción más fina (90% <300 μm). También se ha agrupado una muestra (TSB-6/73) que ha mostrado una textura muy fina caracterizada por la nula cantidad de desgrasante mineral y orgánico que presenta. Las otras dos piezas de GT-C1 presentan una cantidad media/alta de materia vegetal (10-14.5%).

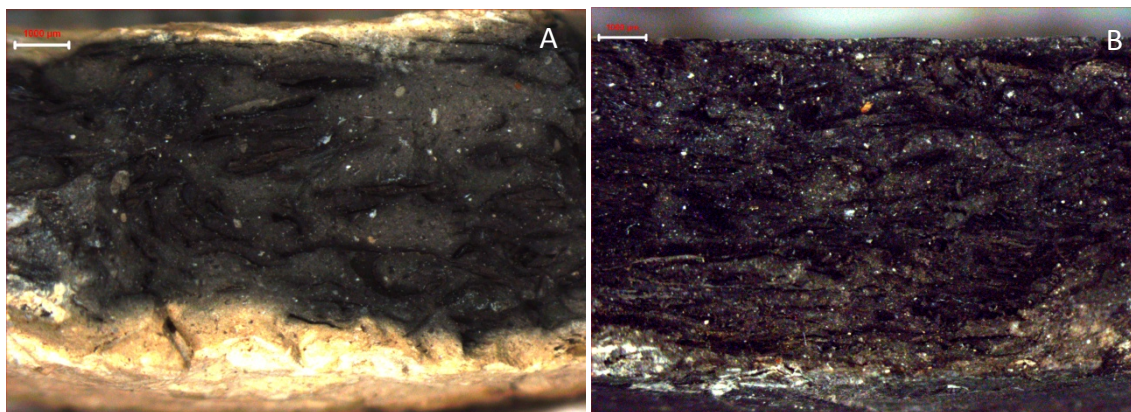


Figura 140. Microfotografías de las piezas TSF-1048 (A) y TSB-7/33 (B) con cantidades muy bajas de desgrasante mineral de un tamaño fino (<300 μm) y cantidades altas de desgrasante vegetal.

Cuadro 37. Estadísticos descriptivos de variables texturales del Grupo Textural C1.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Mineral	3	,5	1,3	,883	,3962
% Materia orgánica	3	,0	14,5	8,314	7,4920
% < 300 μm	3	85,9	92,4	89,980	3,5503
% 300-800 μm	3	7,6	14,1	10,020	3,5503
% >800 μm	3	,0	,0	,000	,0000

b) Grupo Textural C2 (GT-C2).

Este grupo está formado por 26 piezas, prácticamente todas ellas son del Postalayótico, esencialmente son piezas de *Son Ferrer* y el *Turó de les Abelles*. De forma muy minoritaria, se documentan piezas de *Puig de Sa Morisca* que representan pastas muy singulares (SM-642 y SM-C-36) dentro de este yacimiento. Este grupo se asemeja al Grupo C1 por presentar una cantidad extremadamente baja de desgrasante mineral (<3.5%), sin embargo, en este caso se ordena en una fracción fina-media (96% <800 μm). La mayoría de estas muestras presentan, exclusivamente, granos de tamaño sub-milimétrico (Cuadro 38).

Por el contrario, las muestras de este grupo tienen una alta variabilidad en función de la cantidad de materia orgánica. De este modo, para definir distintas sub-variantes dentro de este gran grupo, se ha decidido realizar un nuevo análisis de conglomerados utilizando en la matriz de distancias sólo el desgrasante vegetal. De este modo, dada la escasa importancia del desgrasante mineral y su tamaño dentro de la matriz, se ha optado por realizar agrupaciones de las muestras en función de la cantidad de desgrasante orgánico que presentan. El dendrograma se ha realizado utilizando la aglomeración al centroide y la distancia euclidiana al cuadrado. En el dendrograma obtenido se observa una muestra aislada, la única adscrita al Bronce Antiguo, que ha mostrado una tendencia diferencial (CLG-154) por la nula cantidad de desgrasante mineral y orgánico. En cambio, el resto de piezas de GT-C2 presentan una cantidad muy variable de desgrasante vegetal que permite subdividir este grupo textural en tres sub-tendencias (Fig. 141):

- Grupo C2.1. Es un conjunto de 10 piezas que ha mostrado un nivel medio/alto de desgrasante vegetal (10-15%).
- Grupo C.2.2. Es un pequeño grupo de cuatro piezas (TSB-2/41; TSF-352; TSF-240 y TSB-7/159) que han mostrado niveles muy altos de desgrasante vegetal (17-21%). Por tanto, son las muestras que más desgrasante presentan dentro del grupo C.

- Grupo C.2.3. Es un grupo de 10 piezas que presentan cantidades bajas de desgrasante vegetal (3.5-8%). Son las piezas del Grupo C2 que menos porcentaje de desgrasante presentan.

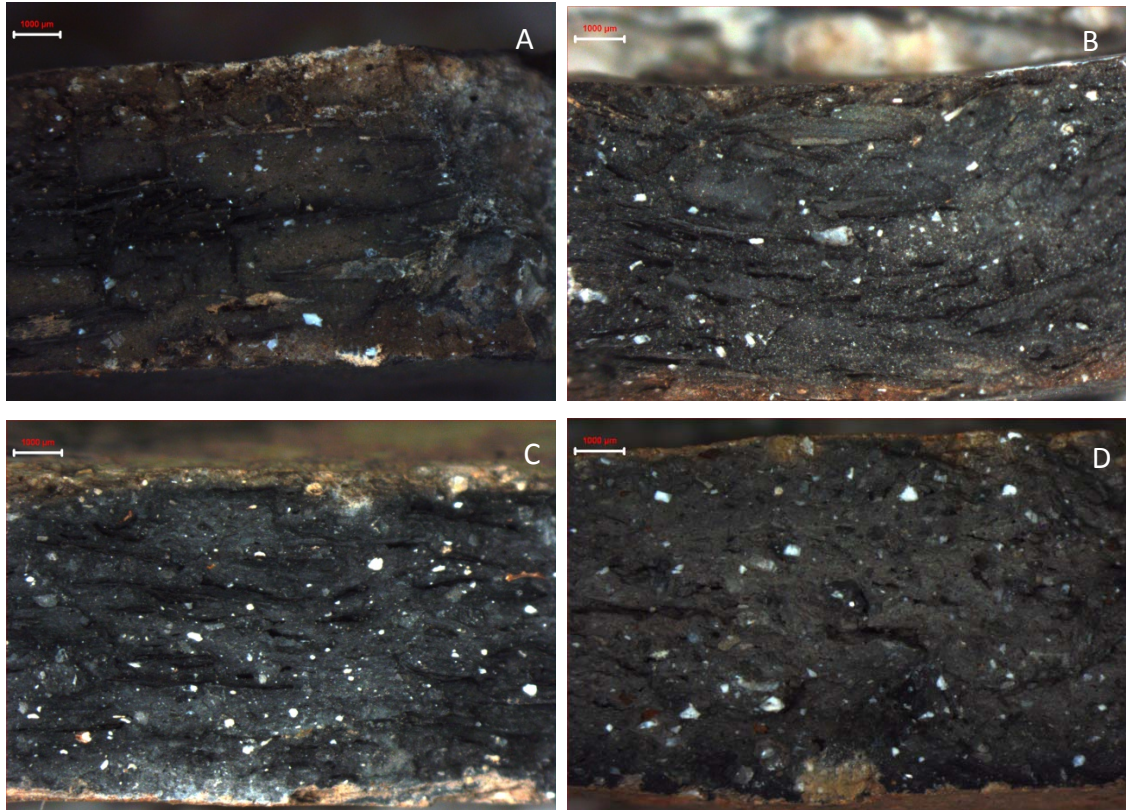


Figura 141. Microfotografías de piezas cerámicas con cantidades muy bajas de desgrasante mineral de un tamaño fino ($<300 \mu\text{m}$) y cantidades altas de desgrasante vegetal. A) GT-C.2.1 (TSB-9/14), B) GT-C.2.2 (TSF-352), C) GT-C.2.3 (TSF-239) y D) pieza del Bronce Antiguo CLG-154.

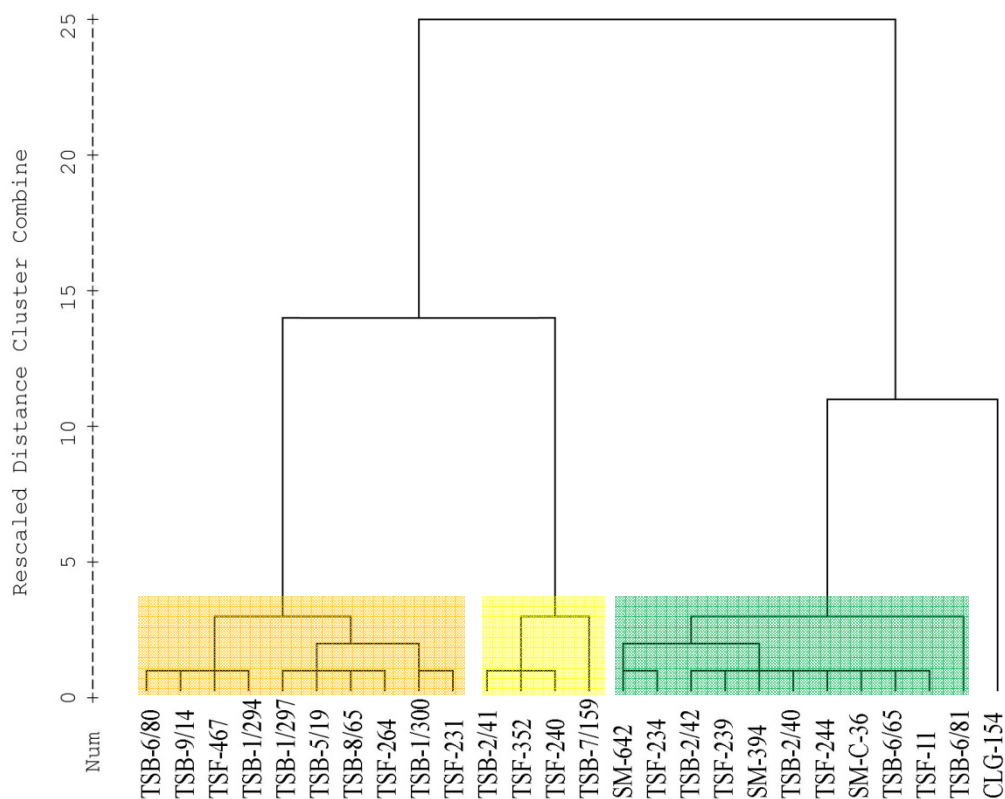


Figura 142. Dendrograma del Subgrupo GT-C2 utilizando agrupamiento centroide y distancia euclidiana al cuadrado.

Cuadro 38. Estadísticos descriptivos de variables texturales del Grupo Textural C2.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Mineral	26	,7	3,3	2,104	,7628
% Materia orgánica	26	,0	21,1	10,103	5,3771
% < 300 μm	26	30,2	72,8	49,790	11,1906
% 300-800 μm	26	27,2	69,8	47,703	11,9847
% >800 μm	26	,0	24,3	2,505	6,7780

c) Grupo Textural C3 (GT-C3).

Este subgrupo engloba un total de 37 piezas asociadas a todos los yacimientos estudiados, donde se han situado las piezas del Bronce Antiguo, así como algunas marginales del Bronce Final y época Talayótica. En cambio, engloba a 30 muestras del Postalayótico I y II. Todas las piezas de este subgrupo presentan una cantidad de desgrasante mineral baja-media (3.5-9.3%), ordenado según una distribución normal en una fracción media/fina (86% <800 μ m). Por lo que se refiere a la cantidad de desgrasante vegetal es muy variable, aunque tienen, excepto en la pieza (TSF-326), cantidades inferiores a 12% (Cuadro 39). Observamos, gracias a un análisis de conglomerados utilizando agrupamiento centroide y distancia euclidiana al cuadrado cuatro sub-variantes en el subgrupo en función de la cantidad de mineral y vegetal que presentan las muestras. Estos grupos han podido corroborarse perfectamente con un gráfico de dispersión que muestra las distintas agrupaciones (Fig. 143, 144 y 145).

- C.3.1.Subgrupo de 15 muestras con una cantidad <5% de materia orgánica formado por piezas de todos los periodos. Se distinguen dos variantes en función de la cantidad de desgrasante mineral de las pastas:
 - a) C.3.1.a. Son siete piezas del Bronce Antiguo (CLG-2795), Bronce Final (TSF-58), época Talayótica (TSF-1104; TSF-1100; SM-470) y Postalayótica (SM-834 y TSB-8/34) que no poseen desgrasante vegetal; si lo poseen es sólo de forma residual (<3%). La cantidad de desgrasante mineral de estas muestras es media (7-10%).
 - b) C.3.1.b. Son dos piezas del Bronce Antiguo (CLG-160; CLG-149) y el resto son seis piezas postalayóticas, donde el desgrasante vegetal es escaso o residual (<5%) del mismo modo que el mineral (<6%), son piezas que presentan una textura fina.

- C.3.2. Son 10 piezas Postalayóticas con una cantidad baja/media de materia orgánica (3-8%) y una cantidad media de desgrasante mineral (6-9%). (SM-659; TSF-56; SM-238; TSB-6/66; SM-708; TSB-1/205; TSF-360; SM-416; TSB-5/20; SM-823).
- C.3.3. 12 piezas Postalayóticas con una cantidad media-alta (6-12%) de materia vegetal y una frecuencia <7% de desgrasante mineral (TSF-235; TSF-326; TSF-464; TSF-317; SM-246; TSB-6/87; TSB-8/32; TSB-17/29; TSB-1/303; TSB-9/84; TSF-1078; TSF-237).

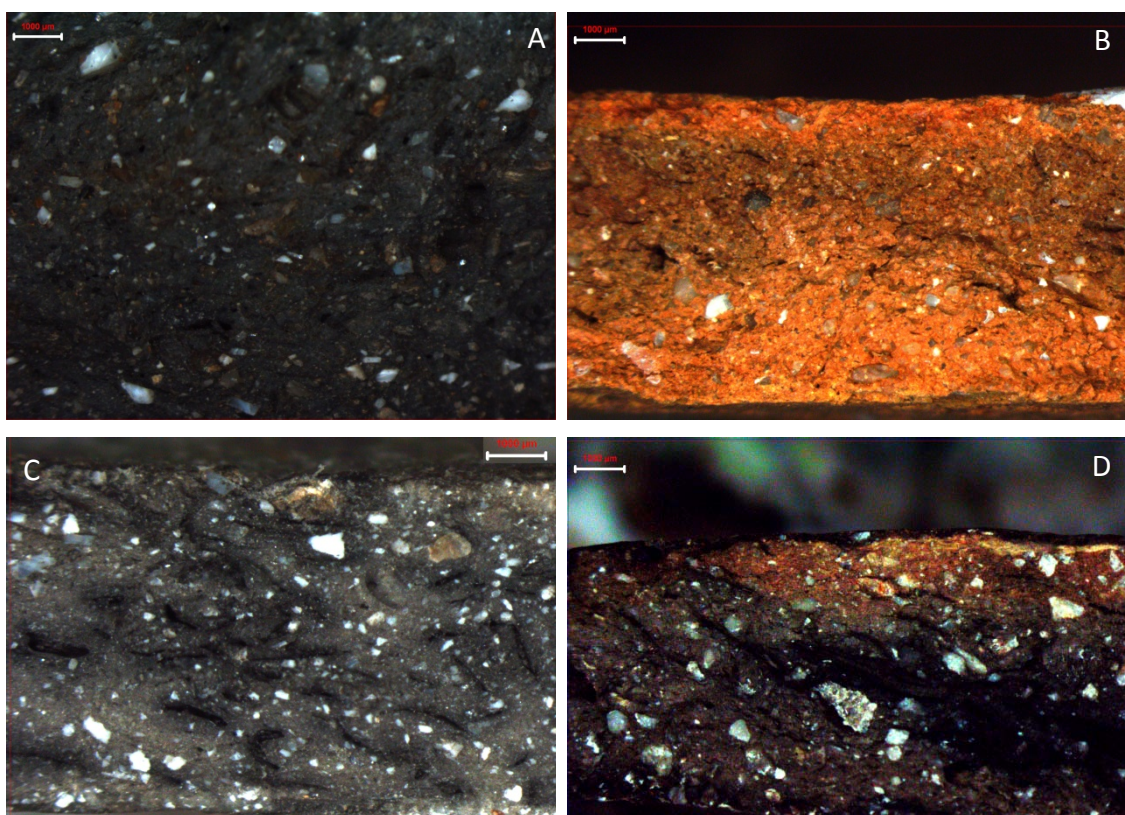


Figura 143. Microfotografías de piezas del Grupo Textural C3 con cantidades medias de desgrasante mineral de un tamaño <800 μm , A) GT-C3.1 (CLG-160), B) GT-C3.2 (TSB-17/23), C) GT-C3.3 (TSF-235), D) GT-C3.4 (SM-416).

Cuadro 39. Estadísticos descriptivos de variables texturales del Grupo Textural C3.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.
% Mineral	37	3,6	9,3	6,461	1,7571
% Materia orgánica	37	,0	14,8	5,079	3,8427
% < 300 μm	37	8,9	48,7	28,753	9,7991
% 300-800 μm	37	36,9	83,0	58,060	11,2962
% >800 μm	37	,0	41,9	13,186	12,7969

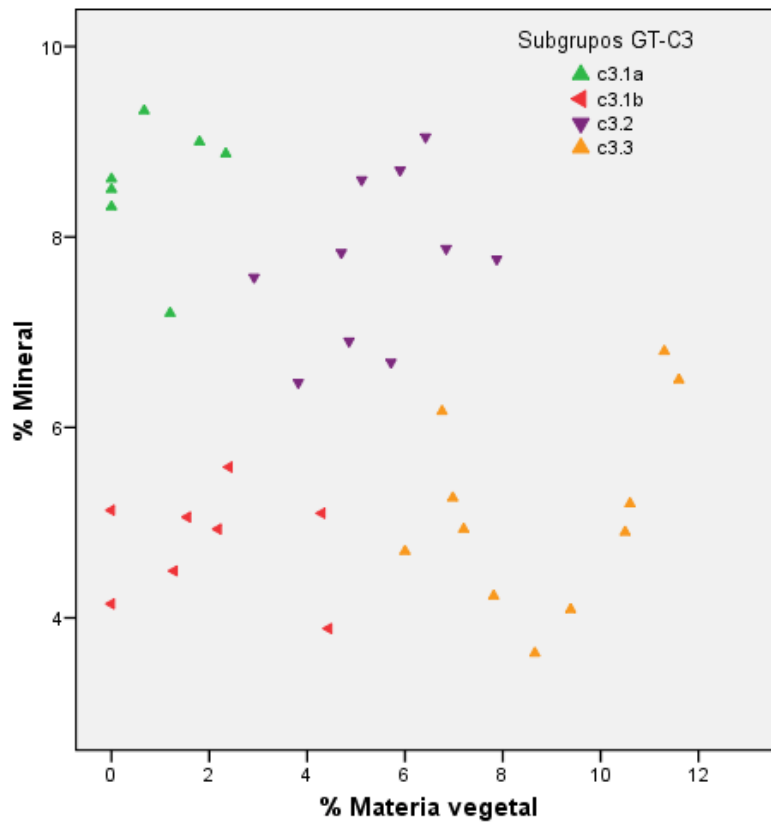


Figura 144. Gráfico de mostrando la dispersión de las distintas subagrupaciones obtenidas en el dendrograma realizado con muestras del Grupo Textural C3.

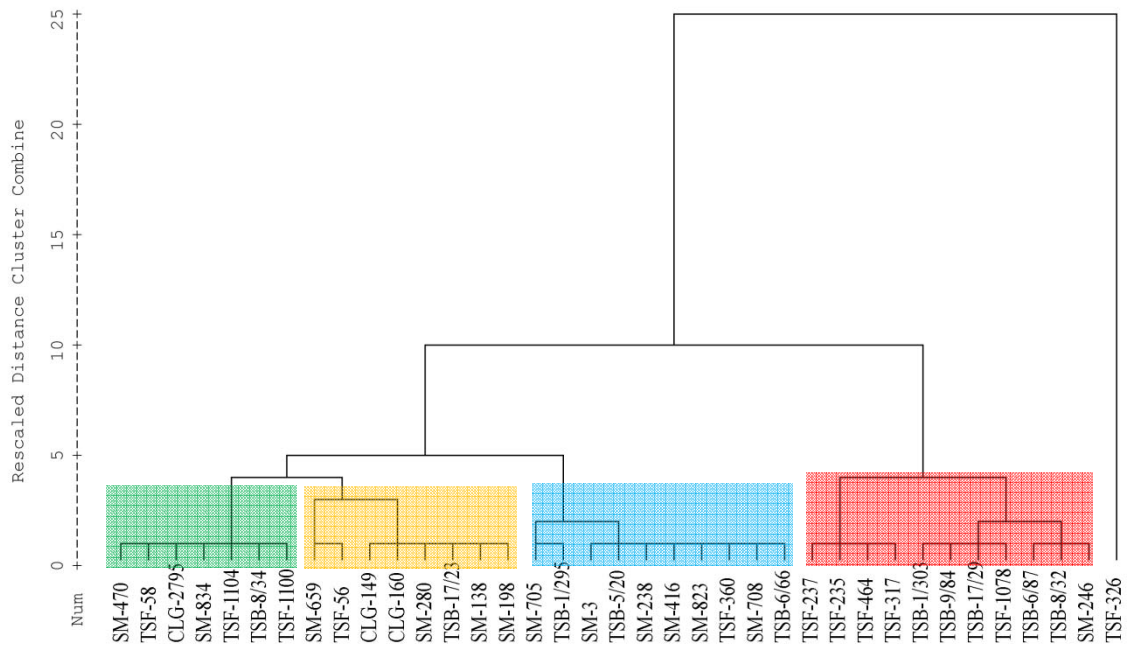


Figura 145. Dendrograma realizado en función de la cantidad de mineral y vegetal para las muestras del Grupo Textural C3 utilizando agrupamiento al centroide y distancia euclidiana al cuadrado.

d) Grupo Textural C4 (GT-C4).

Se trata de un grupo compuesto por nueve piezas del Postalayótico II, dos piezas del Bronce Final (CLG-2755; SM-471) que suponen una rareza en el registro de esta época y una del Postalayótico I (SM-362). Las piezas de este subgrupo presentan una cantidad baja de desgrasante mineral (<5%), ordenado en una fracción media-gruesa (80% >300 μm). En muchos casos, son muestras con texturas finas, sin apenas desgrasante mineral, con una distribución bimodal, donde se observa algún grano aislado superior a las 500 μm . La cantidad de materia vegetal, salvo en las dos piezas del Bronce Final que no poseen este desgrasante, es muy variable (Cuadro 40). En este caso las piezas resultan fácilmente clasificables sin utilizar procedimientos estadísticos (Fig. 146):

- C4.1. Piezas con una cantidad baja de materia orgánica (3.3-5%) (TSB-1/299; TSB-6/72; TSF-8; SM-663).

- C4.2. Piezas (TSB-7/10; TSB-9/90; TSB-17/25; TSB-7/32; TSB-9/91; SM-362) con una cantidad media de desgrasante vegetal (7-11%).

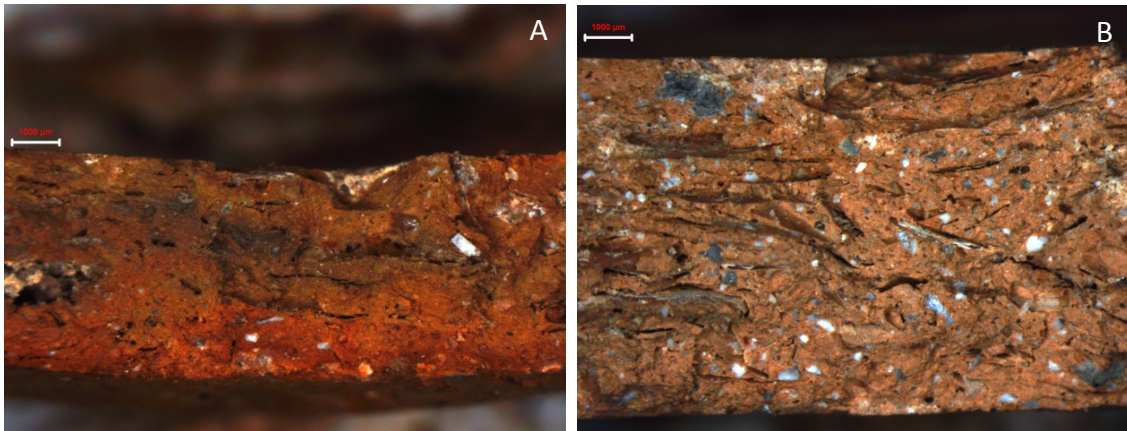


Figura 146. Microfotografías de piezas del subgrupo GT-C4 A) TSB-6/72 mostrando una textura fina con un pequeño cristal de tamaño medio y escasa materia orgánica. B) TSB-7/32 con cantidades bajas (<5%) de desgrasante mineral de un tamaño medio (300-800 μ) y cantidades altas de desgrasante vegetal (11%).

Cuadro 40. Estadísticos descriptivos de variables texturales del Grupo Textural C4.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Mineral	12	1,7	5,1	3,406	1,0863
% Materia orgánica	12	,0	14,5	6,321	4,3066
% < 300 μ m	12	8,8	34,4	19,609	7,3907
% 300-800 μ m	12	20,3	62,9	39,715	14,2403
% >800 μ m	12	18,8	67,0	40,635	13,4504

12.1.4. Grupo Textural D1 (GT-D1).

Es un grupo escasamente representado formado por sólo dos piezas del Bronce Medio/Final (SM-469, CLG-219) que se ha diferenciado del resto de individuos por presentar una textura con una gran cantidad de desgrasante mineral que, en estas muestras, es extremadamente alto (27-28%) siendo de un tamaño grueso-medio (83% >300 μ m) y ordenado de una forma seriada. Estas pastas no poseen desgrasante vegetal. Se trata de un grupo que, si bien se ha diferenciado del resto de grupos establecidos en el dendrograma, presenta unos rasgos texturales estrechamente relacionados con los constatados en el Grupo Textural A (Fig. 147, Cuadro 41).

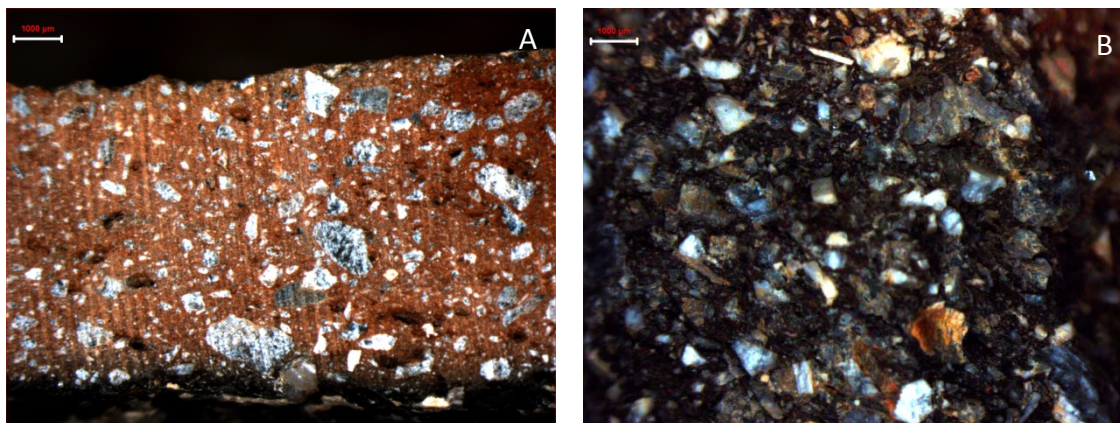


Figura 147. Microfotografías de las piezas SM-468 (A) y CLG-219 (B) con cantidades muy altas de desgrasante mineral de un tamaño medio/grueso (>300 µm) sin desgrasante vegetal.

Cuadro 41. Estadísticos descriptivos de variables texturales del Grupo Textural D1.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Mineral	2	27,0	28,0	27,489	,7556
% Materia orgánica	2	,0	,0	,000	,0000
% < 300 µm	2	12,3	18,5	15,390	4,4406
% 300-800 µm	2	30,5	45,4	37,920	10,5500
% >800 µm	2	36,1	57,3	46,690	14,9907

12.2. Conclusiones del Análisis Textural.

El análisis textural realizado ha permitido clasificar las muestras cerámicas en cuatro Grupos Texturales básicos (GT-A, B, C y D) que muestran, a su vez, diferentes subgrupos que responden, eminentemente, a la cantidad de desgrasante mineral y al tamaño que éste presenta dentro de las pastas. Por otro lado, se han podido establecer distintas sub-variantes dentro de algunos grupos que responden a la cantidad de poros asociados a la materia orgánica en volumen que presentan las muestras. Cada uno de estos grupos, subgrupos y sub-variantes tiene, como se comentará posteriormente, su expresión en términos de tecnología cerámica y funcionalidad potencial de las muestras.

En este sentido, se han documentado desde pastas muy gruesas con abundante desgrasante mineral (GT-A, GT-B2 y GT-D) y menor incidencia de la materia orgánica, a otras pastas de carácter más fino donde el desgrasante vegetal tiene más importancia que el mineral que puede ser de variada granulometría (GT-B1 y GT-C). Este aspecto muestra básicamente dos tipos de artefactos texturalmente diferenciados. Este aspecto resulta especialmente relevante puesto que podría indicar una acción humana intencional. Para contrastar este aspecto, se ha tratado de realizar un índice que nos indique cuando las piezas presentan abundante desgrasante de tamaño medio o grueso. Éstas son dos variables que, al igual que la esfericidad de los granos, se consideran indicadores de la adición de materia mineral en las pastas cerámicas. De este modo, se ha optado por sumar aquellos intervalos de tamaño (It) referidos a granos de más de 260 µm de diámetro y dividir el valor obtenido por la cantidad de mineral registrado en la pasta. De este modo las piezas que posean valores más bajos en el *Índice de tamaño y cantidad de desgrasante* (Itc) serán las que tengan texturas más gruesas y, por tanto, más probabilidades de presentar desgrasantes añadidos.

Podemos resumir el cálculo de este índice en la siguiente ecuación:

$$Itc = \frac{It4 + It5 + It6 + It7}{\% \text{ Mineral}}$$

Mediante este índice, los grupos texturales GT-A, B y D del diagrama han mostrado cajas que contrastan con los observados para las pieza de GT-C, que muestran colas mucho más largas y cajas más amplias, es decir con un Itc muy variable pero notablemente más alto que los de grupos anteriores (Fig. 148). Ello evidencia que las piezas de este último grupo textural tienen menos probabilidades de presentar una pasta con abundantes desgrasantes añadidos intencionalmente.

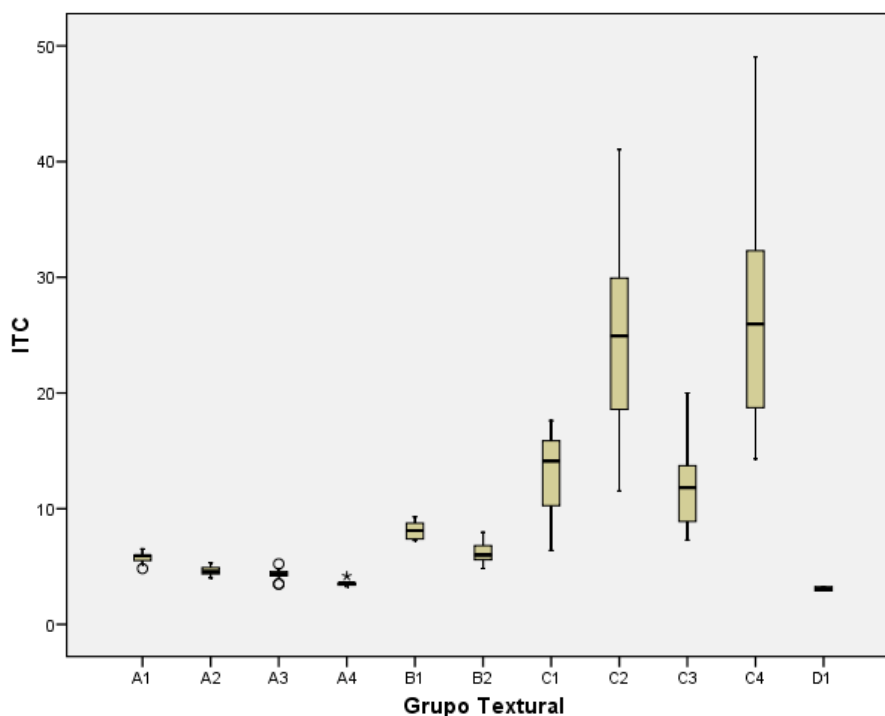


Figura 148. Diagrama de cajas y bigotes mostrando la distribución del índice de tamaño y cantidad (I_{tc}) de desgasante mineral según el grupo textural.

Finalmente, vale la pena plantear si los distintos tipos de pastas constatados se relacionan con distintas épocas o si, por el contrario, se presentan desordenadas diacrónicamente. En este sentido, un gráfico de líneas que represente las variables texturales por periodos, aunque basadas en las medias, puede resultar indicativo del tipo de pasta que predomina en cada fase (Fig. 150). También se ha realizado un diagrama de cajas con la finalidad de observar la dispersión en torno a la media del I_{tc} según los diferentes periodos (Fig. 149). Efectivamente, se observan diferentes tendencias en función de la cronología: por un lado, las piezas del Bronce Antiguo muestran una clara ruptura con las del Bronce Medio. Las primeras muestran una textura asociada a los grupos GT-C2 y C3, con escaso desgasante mineral y vegetal donde abundan las pastas de textura media, con granos inferiores a 800 μm . Esta textura poco gruesa se materializa en un alto I_{tc}. Por el contrario, las piezas del Bronce Medio se observan pastas tipo GT-A1, A2 y D1, que muestran un incremento notable del desgasante mineral de tamaño grueso (> 800 μm) y, por tanto, un bajo I_{tc}. Si bien este cambio en las texturas resulta significativo, el escaso número de muestras analizadas de este periodo exige confirmar esta hipótesis en futuros estudios.

La tendencia observada en el Bronce Medio se mantiene en el Bronce Final y época talayótica, donde se mantienen pastas tipo GT-A, con una alta cantidad de desgrasante mineral y un bajo ITC, aunque en este caso predomina un tamaño de grano más homogéneo, ordenándose progresivamente en una fracción preferentemente submilimétrica. En menor medida, se detectan pastas tipo GT-B, con texturas menos gruesas y, marginalmente pastas tipo GT-C3.

Durante el Postalayótico se observa una disminución continuada del porcentaje de desgrasante mineral donde las pastas cada vez muestran más granos de un tamaño más pequeño ($<300 \mu\text{m}$). Ello se traduce en un creciente incremento del ITC observado en las muestras. En lo que se refiere a este índice no aumenta tanto la media sino la dispersión de los individuos. Se observan un número mayor de individuos con ITC altos. En cambio, la cantidad de desgrasante vegetal se incrementa a medida que avanzamos hacia el cambio de Era. Por un lado, en el Postalayótico I, siguen teniendo especial importancia piezas de los grupos texturales GT-A, sin embargo, se observa un importante incremento de las pastas tipo GT-B2, con una granulometría media. Finalmente, en esta fase empiezan a fabricarse piezas con texturas tipo GT-C2, C3 y C4 (Fig. 151).

Por otro lado, las piezas del Postalayótico II son las que presentan más materia orgánica y una textura más fina, con escaso desgrasante mineral, donde muchas piezas presentan de forma aislada algunos granos de tamaño grueso, proporcionando, en algunas ocasiones, una distribución bimodal. En este periodo las pastas tipo GT-A resultan muy marginales, en cambio, la mayoría de las piezas se fabrican con pastas tipo GT-C, donde se observa un grupo muy fino (GT-C1), exclusivo de este periodo. También se observan bastantes piezas fabricadas con pastas tipo GT-B con un ligero incremento de la materia mineral de tamaño medio. En este periodo el ITC se manifiesta mucho más alto que en épocas anteriores, tanto en la media como en los valores máximos, lo que resulta indicativo del incremento de pastas con unas texturas más finas dentro del registro.

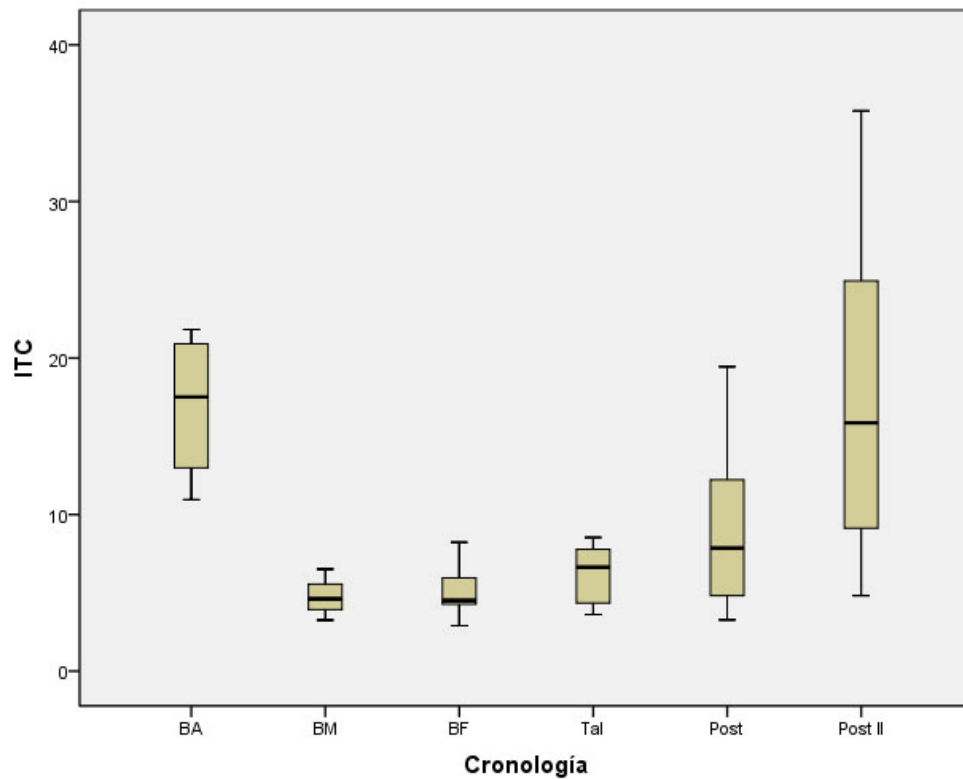


Figura 149. Diagrama de cajas y bigotes mostrando la distribución del índice de tamaño y cantidad (I_{tc}) de desgrasante mineral según la cronología de las piezas.

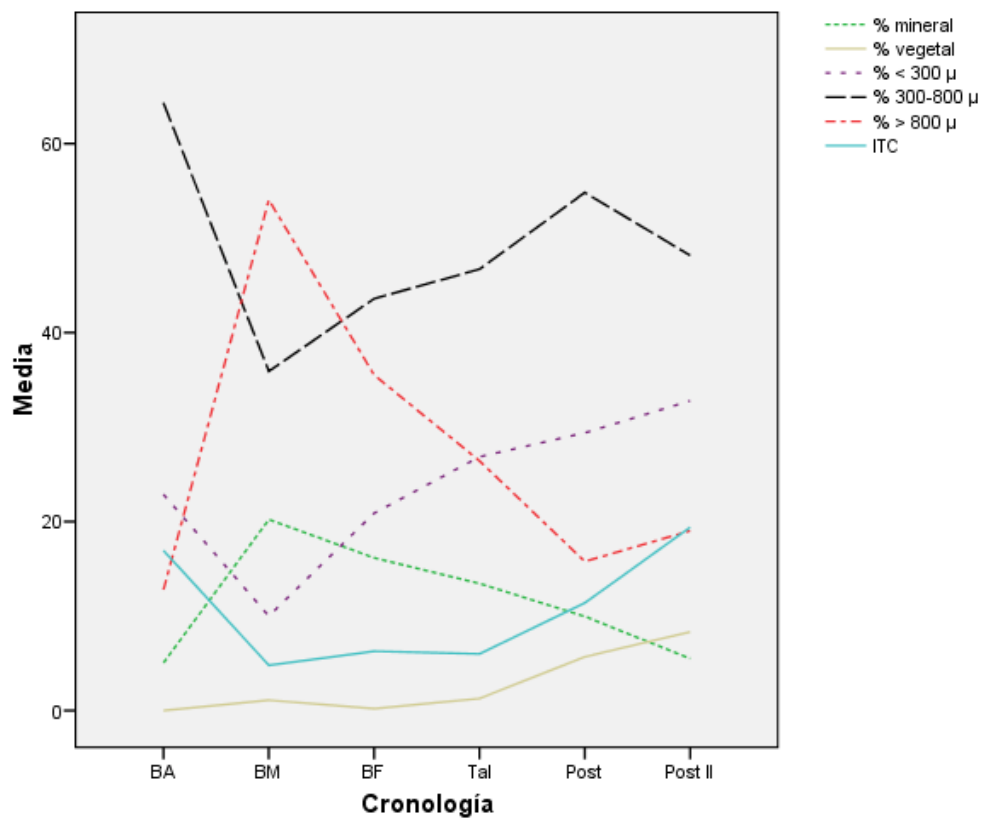


Figura 150. Medias de las variables texturales según periodo.

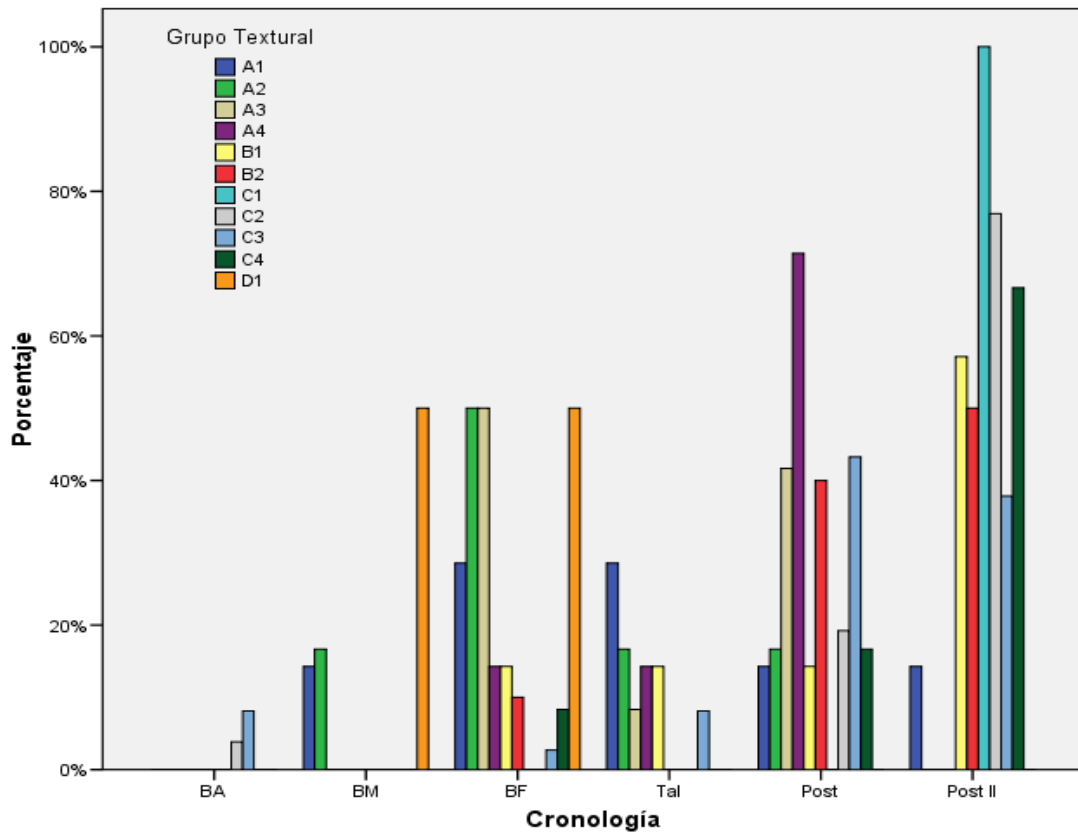


Figura 151. Distribución de Grupos Texturales en función de la cronología, el porcentaje representa el porcentaje de piezas de cada tipo textural.

Cuadro 42. Clasificación Textural realizada a partir de la frecuencia de materia orgánica, mineral y la granulometría del desgrasante mineral (Bajo = <5%; Medio = 5-10%; Alto = 10-15%; Muy Alto = >15%).

Grupo	Subgrupo	% Mineral	% Vegetal	Fracción
A	A1	Alto/Muy alto	Bajo	Gruesa-media
	A2	Muy alto	Bajo	Gruesa-media
	A3	Muy Alto	Bajo	Media-gruesa
	A4	Muy alto	Bajo	Media-gruesa
B	B1	Medio/Alto	Alto/Media	Gruesa-media
	B2	Alto	Bajo Alto	Media-fina
C	C1	Bajo	Alto	Fina
	C2	Bajo	Bajo Medio Alto	Fina-media

Grupo	Subgrupo	% Mineral	% Vegetal	Fracción
	C3	Medio/Bajo	Bajo Medio	Media-fina
	C4	Bajo	Bajo Medio	Media-Gruesa
D	D1	Muy Alto	-	Gruesa-media

13. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE LOS MATERIALES CERÁMICOS.

Se han observado en el registro cerámico importantes diferencias. En un primer nivel, se pueden observar diferencias mineralógicas y texturales relacionadas, principalmente, con la fracción más o menos gruesa de la pasta y con diferentes elecciones tecnológicas referidas al tratamiento que éstas reciben. En segundo lugar, se aprecian distinciones claras en la composición química de las muestras que se relacionan con un origen diferente, la utilización de diferentes materias primas arcillosas y distintas formas de preparar la pasta.

En este apartado se va a realizar una síntesis de los resultados obtenidos mediante las distintas técnicas y métodos utilizados. En este sentido, cabe esperar que exista cierta correspondencia entre los datos texturales, químicos y mineralógicos que se han podido obtener de las distintas muestras. Así pues, a continuación, se van a tratar los diferentes aspectos que distinguen a las cerámicas y a organizar las conclusiones obtenidas de los distintos análisis con la finalidad de implementar en profundidad nuestro conocimiento global sobre los rasgos de las piezas que componen el registro. El objetivo final consiste en facilitar la posterior interpretación arqueológica de los datos.

13.1. Diferencias tecnológicas relacionadas con la matriz gruesa.

El examen óptico realizado de las pastas mediante binocular y análisis de imagen ha permitido establecer una serie de grupos texturales en función del aspecto más o menos grueso que presentan las pastas, aspecto que se relaciona directamente con determinadas acciones tecnológicas efectuadas por los artesanos. Esta aproximación previa del registro resulta muy útil ya que el aspecto de las pastas puede contrastarse y ponerse en relación, posteriormente, con los datos obtenidos a partir de otros métodos arqueométricos como el estudio petrográfico, la difracción de rayos X y la fluorescencia de rayos X. De este modo, mediante el estudio de los rasgos texturales y ópticos de la cerámica y su grado de correspondencia con sus características mineralógicas y químicas, se pueden extrapolar algunos de los resultados obtenidos a un número mayor de cerámicas (Espí Pérez 2000; Sauer 2003; Cau 2004; Daszkiewicz *et al.* 2009; Sauer y Gassner 2009).

Se ha podido documentar, por un lado, que las pastas que han presentado una alta cantidad de calcita cristalina (>20%) en lámina delgada han mostrado a su vez picos de calcita muy intensos en los diagramas de rayos X, y porcentajes altos de este mineral (>40%) en la semi-cuantificación de las fases minerales realizadas. Las piezas con estas características, han mostrado, a su vez, un alto contenido de CaO (>20%) en los análisis químicos realizados mediante FRX. Esta correspondencia se plasma claramente cuando realizamos un análisis bivariado (Fig. 152), donde se observa una clara tendencia hacia una alta correlación entre el porcentaje de CaO determinado mediante FRX y el porcentaje de calcita determinado por DRX (r Pearson = 0.752, n = 112, significación 0.99). Esta correlación disminuye sensiblemente si comparamos el porcentaje de CaO con el porcentaje de inclusiones minerales determinado por análisis de imagen. Sin embargo, debemos tener en cuenta que en el cálculo del valor de esta última variable, al ser un conjunto de datos cerrado, influye también el grado de porosidad de la pasta, aspecto que podría explicar, al menos parcialmente, al desfase registrado entre ambas variables (r Pearson = 0.580, n = 120, significación 0.99).

En cambio, existe una mayor correlación entre la cantidad de calcita cristalina documentada petrográficamente y cuantificada mediante tablas comparativas y la cantidad de desgrasante mineral determinada por análisis de imagen (r Pearson = 0.714, n = 34, significación 0.99). Lo mismo sucede si relacionamos las estimaciones petrográficas con la concentración de CaO (r Pearson = 0.683, n = 36, significación 0.99) y la cantidad de calcita determinada mediante DRX (r Pearson = 0.735, n = 26, significación 0.99).

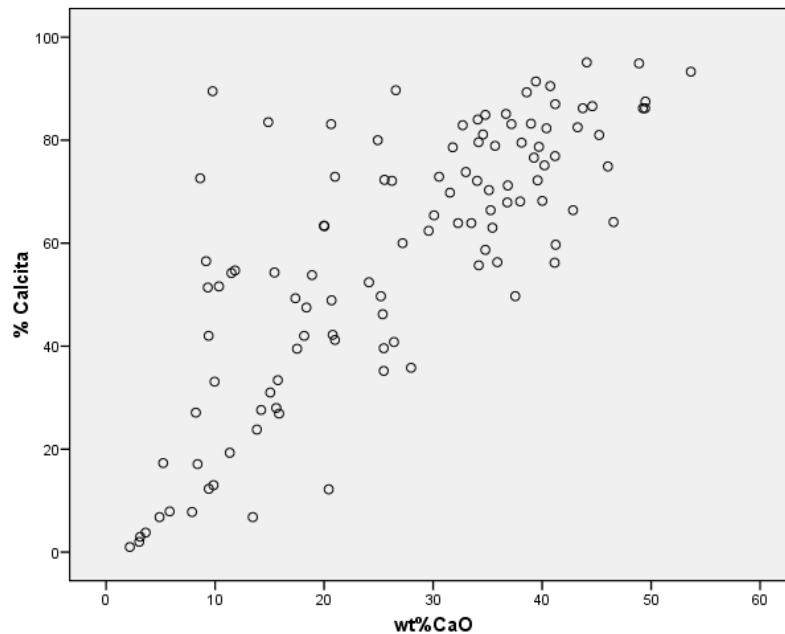


Figura 152. Gráfico bivariado mostrando la correlación entre el % de calcita y % de CaO.

Como se ha argumentado, los análisis químicos y mineralógicos nos proporcionan, en este caso y a partir del criterio de abundancia, una herramienta con la que indicar la presencia y la cantidad de los desgrasantes añadidos (Spataro 2002: 37; Tsantini 2007). Por otro lado, el examen con microscopio petrográfico ha permitido caracterizar una serie de rasgos morfológicos de la calcita cristalina que pueden observarse fácilmente también utilizando lupa binocular. La correspondencia de estas características de los desgrasantes entre ambas técnicas proporciona un procedimiento viable para sugerir la presencia de este mineral añadido a las pastas sin la necesidad de realizar láminas delgadas de todas las muestras. Este aspecto ya fue observado por M. A. Cau (2004) en su estudio petrográfico de cerámica indígena de *Ses Païses* (Artà, Mallorca) y otros autores lo proponen como un procedimiento válido (Palomar 2005 y 2009). Como señalan Orton *et al.* (1993: 159) “...la mejor forma de enfocar la identificación de inclusiones existentes en un fragmento de cerámica es tener acceso a una lámina delgada...Al compararla (la lámina delgada) con un examen visual del fragmento, podremos comprender cómo las características microscópicas observables en lámina delgada se corresponden con los rasgos macroscópicos observables en el fragmento, con lo que aumentaremos el valor de ambos métodos de análisis.”.

En el binocular estas piezas con altas cantidades de CaO y calcita presentan abundantes cristales translúcidos blancos o grises que a menudo, presentan una morfología romboidal y prismática. Éstos, indudablemente, se asocian a los cristales de calcita cristalina identificados en el microscopio petrográfico (Fig. 153 y 154). Estas piezas han presentado, al analizarlas mediante análisis de imagen, una textura relacionada principalmente con los Grupos Texturales GT-A y GT-B caracterizados por una cantidad superior al 10% (en volumen) de desgrasante mineral, siendo el desgrasante $>800 \mu\text{m}$ el que ocupa un mayor porcentaje de área en la matriz cerámica. Estos datos resultan lo suficientemente sólidos como para poder establecer clasificaciones del material cerámico en función de la presencia abundante de calcita cristalina constatada a partir de la presencia, bajo lupa binocular, de cristales con las características citadas y altos contenidos de calcita o CaO detectados mediante métodos sencillos y asequibles como el ácido clorhídrico o las calcimetrías, o bien mediante difracción de rayos X (Fig. 155) y fluorescencia de rayos X.

Este procedimiento, que combina el análisis petrográfico, mineralógico y químico con las observaciones realizadas con el microscopio estereoscópico, ha permitido extrapolar con relativa seguridad la presencia en un alto número de muestras, de las que no se han realizado láminas delgadas, la adición de altas cantidades de calcita cristalina: CLG-204, CLG-219, CLG-281, CLG-9758, SM-103, SM-198, SM.238, SM-280, SM-284, SM-386, SM-426, SM-470, SM-471, SM-475, SM-495, SM-627, SM-634, SM-663, SM-683, SM-689, SM-697, SM-705, SM-708, SM-802, SM-834, SM-837, TSB-1/303, TSB-6/66, TSB-6/79, TSB-9/80, TSB-8/34, TSB-7/32, TSB-9/84.

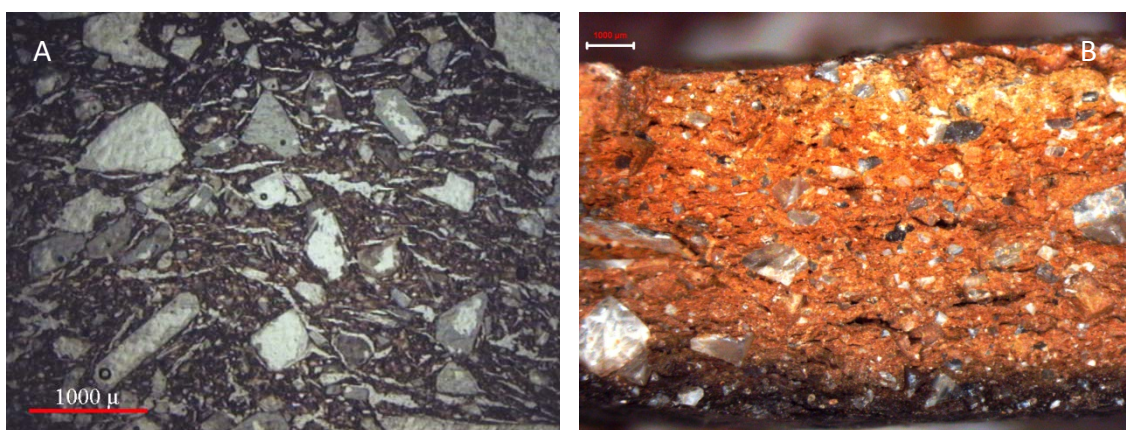


Figura 153. Aspecto de los granos de calcita cristalina en la muestra CLG-1233 A) Microscopio petrográfico (PPL) y B) lupa binocular. Observar la correspondencia en ambos técnicas de la coloración, aspecto y morfología de los cristales.

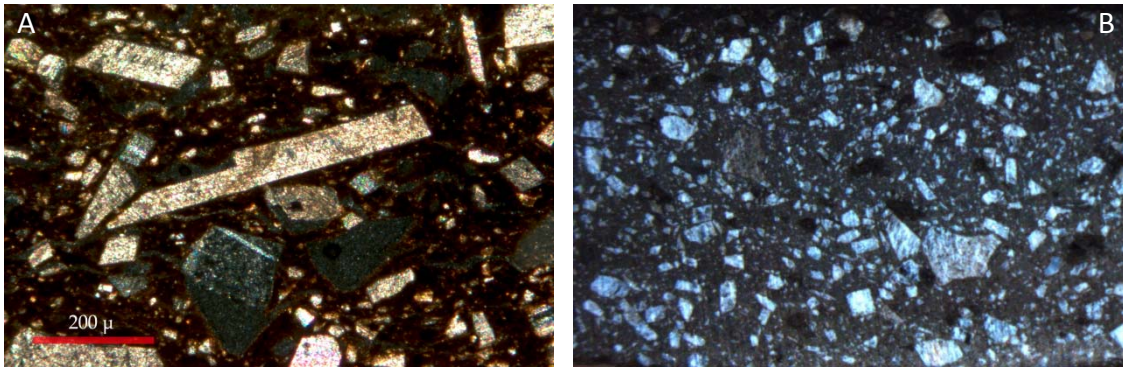


Figura 154. Aspecto de los granos de calcita cristalina en la muestra SM-1351 A) Microscopio petrográfico (XPL) y B) lupa binocular. Observar la correspondencia en ambas técnicas de la coloración, aspecto y morfología de los cristales.

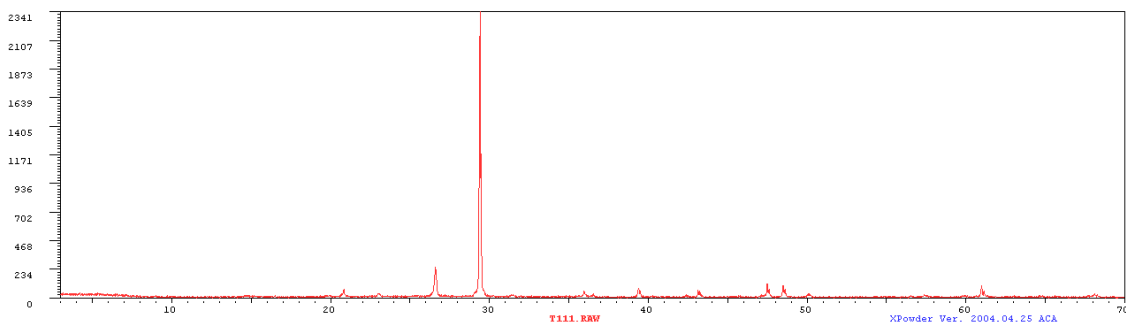


Figura 155. Difractograma de rayos X (muestra total) de la pieza SM-1351 mostrando un pico muy intenso de calcita.

Este tipo de aproximación y asociaciones macroscópicas y microscópicas pueden presentar ciertas limitaciones, especialmente si no se utilizan medios auxiliares como los explicitados. Como señalan Daszkiewicz *et al.* (2009: 30-31), “*Multiple laboratory analyses have revealed that the white grains macroscopically interpreted by archaeologists as calcite are frequently grains of quartz... It is easy to imagine the interpretative confusion which can arise if only quartz is noted at one site and only calcite at another*”. En este sentido, estamos de acuerdo con las apreciaciones realizadas desde este trabajo, ya que se ha podido documentar como algunas piezas, que petrológicamente muestran matrices muy ricas en cuarzo de tamaño considerable, al observarse con lupa binocular han mostrado cristales translúcidos muy parecidos a los observados en las piezas desgrasadas con calcita cristalina (Fig. 156).

Este aspecto puede desvirtuar una correcta clasificación de la cerámica, sin embargo, como señalan estos autores, los métodos auxiliares propuestos permiten corregir esta desviación. Estas muestras ricas en cuarzo han mostrado claramente, a diferencia de aquellas enriquecidas con calcita cristalina, porcentajes y picos poco intensos de calcita y más altos de cuarzo en los diagramas de rayos X (Fig. 157).

Al mismo tiempo, estas piezas también han mostrado cantidades mucho más bajas de CaO. Al margen de la realización de láminas delgadas, el análisis de DRX supone un indicador eficaz de la presencia de abundante cuarzo en la pasta. Permite señalar que, con toda probabilidad, la mayor parte de los granos minerales observados con el microscopio estereoscópico en estas muestras se relaciona con cuarzo de grano grueso y no con calcita cristalina. En definitiva, este tipo de aproximación, donde a partir de los rasgos de unas piezas extrapolamos las observaciones a un número mayor de muestras, requiere de cierta precaución y de la necesaria utilización de métodos auxiliares para no incurrir en errores que puedan tener importantes repercusiones en la posterior interpretación arqueológica de los resultados, falseando las conclusiones obtenidas.

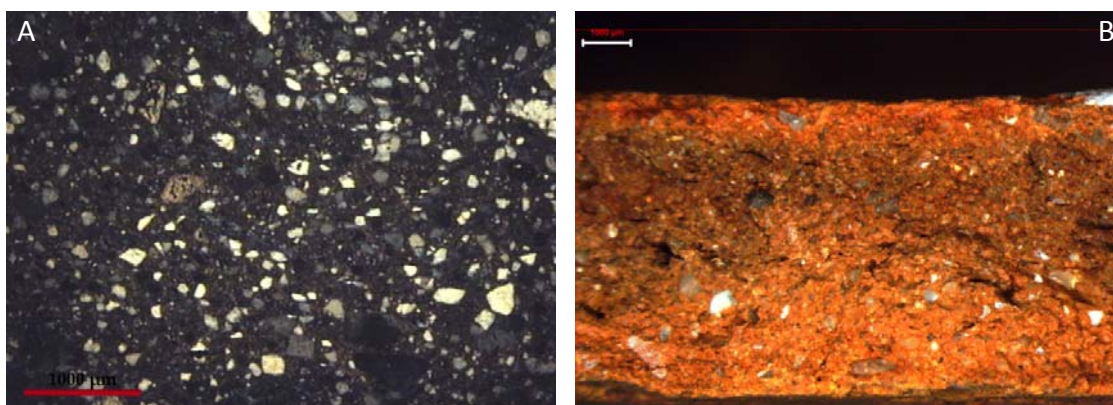


Figura 156. Aspecto de los granos de cuarzo en la muestra TSB-17/23 A) Microscopio petrográfico (XPL) y B) lupa binocular. Observar la correspondencia en ambas técnicas de la coloración, aspecto y morfología de los cristales que se presentan muy parecidos a los observados en las muestras con calcita cristalina.

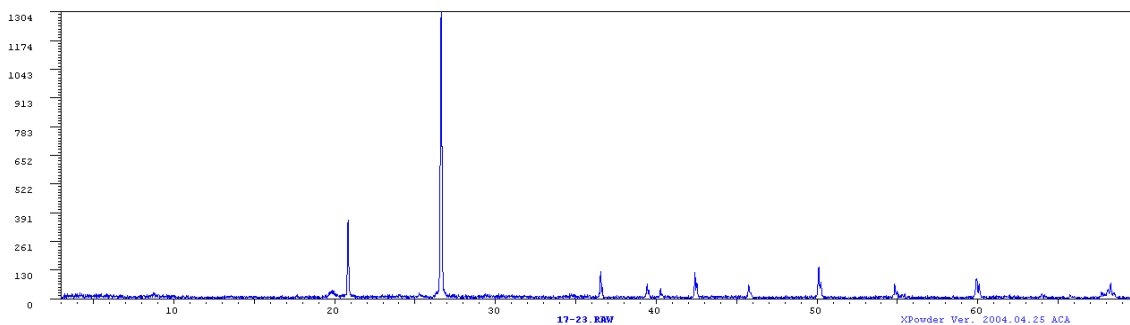


Figura 157. Diffractograma de rayos X (muestra total) de la pieza TSB-17/23 mostrando un pico muy intenso de cuarzo y la ausencia del pico de calcita.

Otra de las limitaciones que observamos para extrapolar directamente los rasgos observados con el microscopio petrográfico a los que se aprecian con lupa binocular se refiere a las petrofábricas detectadas que muestran calcarenitas u otras rocas calizas. Estas pastas han mostrado en el binocular un aspecto y una textura muy parecida a la de las piezas desgrasadas con calcita cristalina (Fig. 158 y 159). Además, estas piezas, dada su composición carbonatada, muestran niveles considerables de calcita y CaO en los análisis de DRX y FRX, lo que dificulta su identificación aún empleando los métodos auxiliares comentados. Sin embargo, un examen exhaustivo de la morfología y el aspecto de los granos de estas muestras con binocular revela que, en este caso, los cristales no son translúcidos, no poseen planos bien definidos y no son angulosos.

De todos modos, puede existir cierta confusión y existir, por tanto, la tendencia, al clasificar la cerámica, de incluir estas petrofábricas junto con las asociadas a piezas con calcita cristalina ya que el color de los granos es muy parecido al tratarse del mismo mineral. Sin embargo, se tratan de desgrasantes de uso más marginal y su inclusión en las petrofábricas con calcita cristalina puede resultar también de utilidad al ser ambas coherentes tecnológicamente hablando. Salvando las diferencias perceptivas relacionadas con diferentes tipos de rocas, el concepto mental en ambos casos posee un denominador común: añadir desgrasantes, que además de ser naturaleza carbonatada, proporcionan tecnológicamente resultados similares en el producto final. De este modo, un gran grupo que englobe estos tipos de pastas sería aceptable e incluso deseable en términos arqueológicos ya que éste, salvando las diferencias, agruparía piezas con una tecnología muy parecida.

En cualquier caso, hay que poner énfasis en el hecho de que la discriminación entre petrofábricas formadas por calcita cristalina y rocas calizas resulta más comprometida y problemática. Distinguir entre distintas pastas formadas por estos componentes requiere, para obtener resultados fiables y concluyentes, de la realización de láminas delgadas. A través de los métodos auxiliares propuestos, como DRX y FRX, no se pueden obtener, al tratarse del mismo mineral, resultados concluyentes que permitan diferenciar un desgrasante de otro.

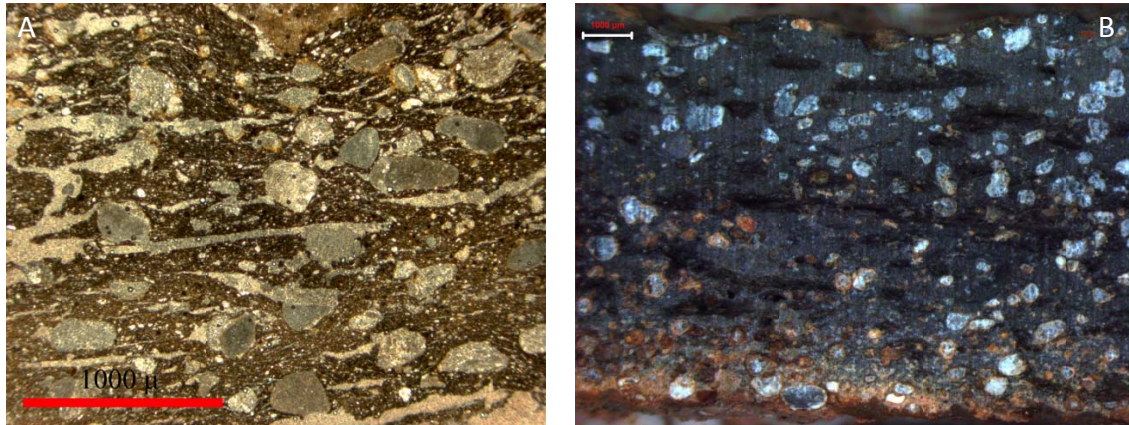


Figura 158. Aspecto de los granos de calcarenitas en la muestra SM-181 A) Microscopio petrográfico (PPL) y B) lupa binocular. Observar la correspondencia en ambas técnicas de la coloración, aspecto y morfología de los granos que se presentan una morfología más redondeada y una coloración más grisácea en comparación con los observados en las muestras con calcita cristalina.

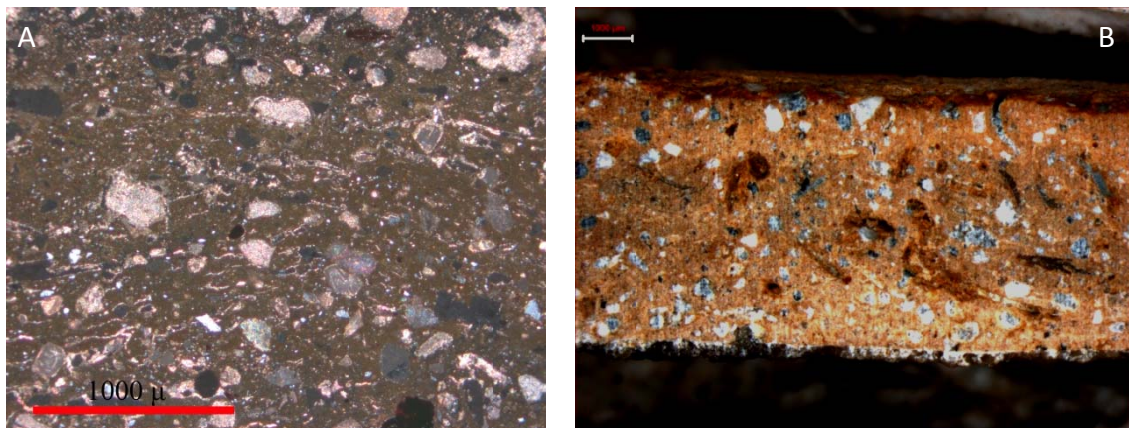
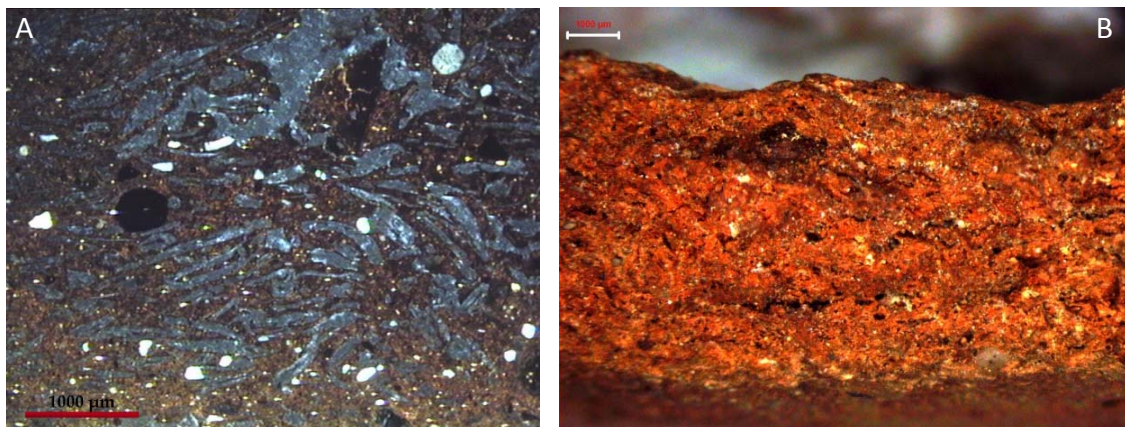


Figura 159. Aspecto de los granos de caliza en la muestra SM-140 A) Microscopio petrográfico (XPL) y B) lupa binocular. Observar la correspondencia en ambas técnicas de la coloración, aspecto y morfología de los granos que se presentan una morfología más redondeada y donde están ausentes los granos translúcidos.

Una vez aclaradas estas limitaciones en la correspondencia de las observaciones realizadas con microscopio petrográfico de aquellas realizadas con binocular, se puede concluir que éste último método óptico puede utilizarse para diferenciar aquellas muestras que llevan abundantes desgrasantes añadidos a las pastas de las que no lo poseen o bien están en muy escasa cantidad. Estas petrofábricas, con abundante calcita cristalina y rocas calcáreas, contrastan enormemente con otras que en el binocular han mostrado una textura tipo GT-C, generalmente muy fina, con pocas inclusiones minerales. En lámina delgada estas pastas no han mostrado apenas la presencia de ningún tipo de desgrasante mineral añadido de forma intencional.

Se ha podido observar que cuando las pastas son muy finas, y no se ha añadido prácticamente desgrasante mineral, la ausencia de cristales translúcidos de tamaño considerable resulta total mediante lupa binocular (Fig. 160). En este sentido, el examen de las piezas con binocular resulta potencialmente utilizable para distinguir entre producciones con cualidades y tecnologías muy diferentes, constituyendo, una vez se ha realizado una aproximación petrológica, mineralógica y química, de gran utilidad, en el caso de analizarse formas cerámicas. Este método resulta apto para clasificar a *grosso modo* las pastas de las piezas y establecer apreciaciones relacionadas con la tecnología y la morfo-potencialidad de las mismas.

Como ocurría con las piezas ricas en cuarzo de grano grueso, en la difracción de rayos X y en los análisis de FRX estas piezas de textura fina muestran cantidades bajas de calcita (Fig. 161) y de CaO, respectivamente.



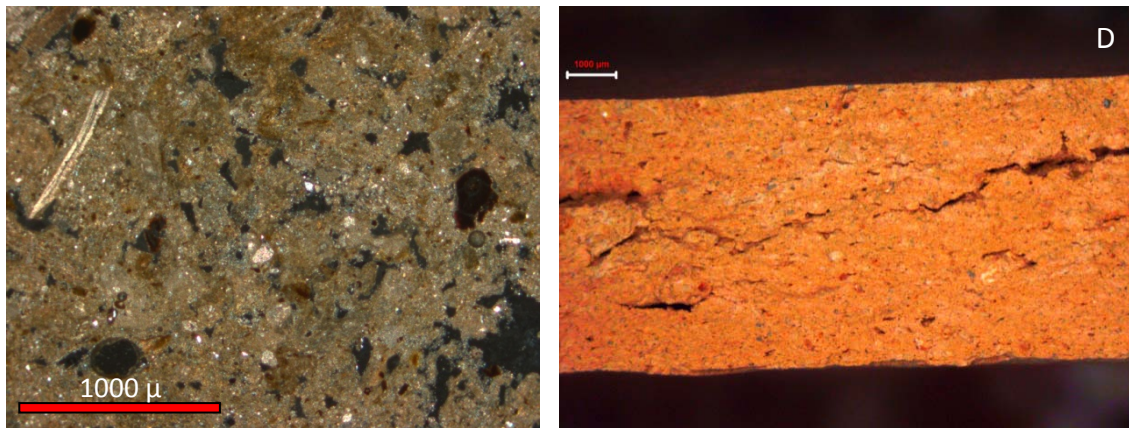


Figura 160. Piezas de textura fina donde no se ha añadido calcita cristalina A) Aspecto de la pasta de la pieza TSB-6/72 en lámina delgada (XPL) y B) con binocular. C) Microfotografía de la arcilla del Paleógeno del *Turó de les Abelles* ilustrando una pasta fina sin desgrasantes en lámina delgada (XPL) y D) aspecto de una plaqueta cocida a 705 °C de la misma arcilla con lupa binocular. Observar la textura fina que se observa en la pasta frente aquellos grupos señalados antes con abundantes desgrasantes.

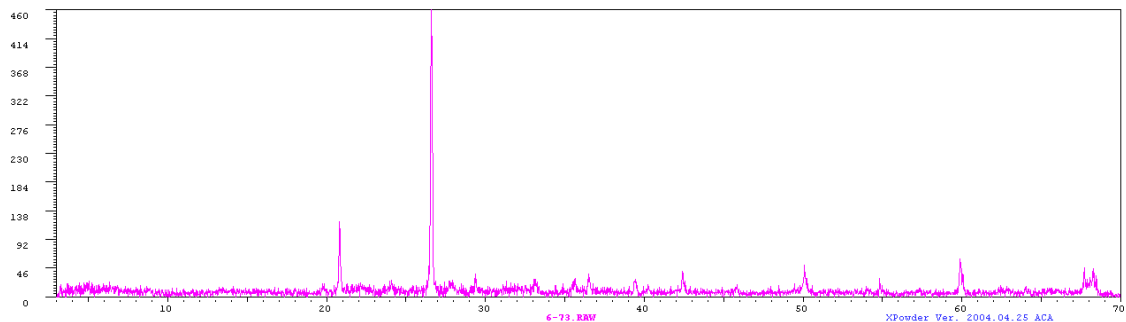


Figura 161. Difractograma de rayos X (muestra total) de la pieza TSB-6/73 mostrando un pico muy intenso de cuarzo y la ausencia del pico de calcita.

La combinación de distintas técnicas: análisis de imagen con binocular, análisis petrológico, difracción de rayos X y fluorescencia de rayos X, ha proporcionado cierta información que está estrechamente interrelacionada entre los distintos métodos. Esta información, está directa e indirectamente vinculada con las distintas acciones introducidas por los alfareros en el proceso de fabricación de las piezas, refiriéndonos, esencialmente, a la adición de determinados tipos de desgrasantes y la utilización de determinados tipos de pastas. Los datos obtenidos con las diferentes técnicas pueden utilizarse, por tanto, para extrapolar los resultados obtenidos mediante estas técnicas a un número mayor de muestras mediante métodos ópticos así como para clasificar el registro en función de una serie criterios tecnológicos. La combinación de estos procedimientos diversos va a proporcionar la base para poder clasificar, posteriormente, las piezas en diversas fábricas que respondan a tecnologías de fabricación diversas.

13.2. Diferencias tecnológicas relacionadas con la utilización de diferentes arcillas.

Además de poder consignar importantes diferencias en las muestras en lo que se refiere a los anti-plásticos que conforman la fracción gruesa de las cerámicas, se ha podido consignar, tanto química como petrográficamente, la existencia de varios grandes grupos de materiales que, aunque presentan algunas semejanzas que comentaremos, están muy bien diferenciados. Estos grupos diferenciados se asocian muy bien con los distintos yacimientos analizados y los petrogrupos y Grupos de Referencia Composicional que se han detectado en los mismos.

En este apartado se pretende realizar una aproximación a la tecnología de fabricación que muestran piezas de un mismo Grupo de Referencia Composicional en términos químicos, mineralógicos y texturales. Las muestras que no se agrupaban bien dentro de estos dos grandes grupos se han tratado de forma individualizada, incorporando en su descripción los datos texturales, químicos petrológicos y mineralógicos.

13.2.1. Piezas fabricadas con pastas ferruginosas.

En este grupo se incluyen las 24 piezas que se asocian exclusivamente a cerámicas del *Turó de les Abelles* vinculadas a los grupos químicos TSB-A y TSB-B. Además de las piezas de estas producciones, dentro de este gran grupo, pueden adscribirse también, por su alta cantidad de Fe_2O_3 y/o su inclusión en el Petrogrupo 2, las piezas aisladas y mal clasificadas TSB-6/73, TSB-1/294, TSB-7/10, TSB-8/65, TSB-9/14, TSB-6/79 y TSB-6/87. Muchas de estas piezas mal clasificadas pueden considerarse, dada su cercanía en la matriz de distancias, como *outliers* de estos grupos composicionales.

Este grupo de pastas ferruginosas se distingue del resto de piezas por presentar una matriz muy rica en Fe_2O_3 (8-16%), TiO_2 y, ópticamente, por presentar abundantes nódulos de hierro, rasgo que caracteriza petrológicamente a las pastas que se han englobado en el Petrogrupo 2. El nivel de Zr de estas piezas es también muy alto mientras el de MgO es más bajo que el observado en las piezas de los otros Grupos de Referencia Composicional establecidos.

Las piezas de este grupo presentan en los análisis de DRX una cantidad muy variable¹⁰² de cuarzo, que ópticamente muestran un tamaño fino. Como ya se señaló, las pastas presentan algunos pocos carbonatos, básicamente calizas y precipitados. La presencia de CaO en el grupo es alta pero moderada (8-25%) en comparación con otras muestras. También, hay que reseñar la ausencia de microfósiles en las pastas.

Dentro de este grupo se sitúan, además, las únicas piezas que han mostrado picos de hematites y/o magnetita en los análisis de DRX. Algunas piezas de este grupo presentan escasos cristales (<15%) de calcita cristalina mal ordenados que no son usuales en las arcillas y que, con total seguridad, han sido añadidos a la pasta intencionalmente. Existe cierta variabilidad textural, sin embargo, se da una clara preferencia por el uso de pastas GT-C y GT-B. Sólo se constata una pieza con pasta tipo GT-A, es decir, con una cantidad alta de desgrasante mineral de tamaño medio/grueso.

El resto de las piezas presentan una textura con una cantidad baja-media (<10%) de mineral de tamaño muy variable, predominantemente fino/medio o medio/fino. Existe, por contra, una clara preferencia por utilizar texturas con una cantidad de desgrasante orgánico media-alta o muy alta (7-22%).

Dentro de las pastas ferruginosas han podido distinguirse tres Producciones. Las piezas de estas producciones muestran un alto grado de similitud composicional, tanto mineralógica como química y, por tanto, probablemente, las piezas que componen cada uno de estos grupos fueron realizadas con materias primas y/o técnicas de fabricación parecidas. De todos modos, las distintas producciones se han mostrado petrológica y químicamente semejantes entre sí en lo que se refiere al tipo de arcilla utilizada, la textura de las piezas, así como a las cantidades de calcita cristalina, calizas y cuarzo. A continuación señalamos los rasgos químicos, mineralógicos, petrológicos y texturales que caracterizan cada uno de estos grupos:

¹⁰² La única pieza de este grupo que no ha mostrado señales de calcita cristalina (como se ha señalado su presencia reduce la cantidad de cuarzo registrada) es la 2/40 y ha mostrado un 17% de cuarzo. El resto tienen hasta 15% de calcita cristalina y se sitúan entre 2 y 12% de cuarzo.

- TSB-A1: Además de la similitud química y mineralógica, las dos piezas de este grupo han mostrado en los difractogramas de DRX un porcentaje de calcita (54.2 y 56.5%) y cuarzo (9.8 y 8.1%) muy semejantes. Lo mismo sucede con las concentraciones de CaO (9-11.5%). Ambas piezas presentan una cantidad media de mineral (7.9 y 8.7%) y de vegetal (6.8-7.8%). El análisis petrográfico ha revelado que la pieza TSB-6/82 posee un 15% de calcita cristalina, un examen con binocular de la pieza 5/20 sugiere, también, la presencia residual de este mineral en las pasta. Sin embargo, podemos afirmar que la adición de calcita cristalina en esta producción no influye en la agrupación de las piezas puesto que presentan un bajo vt (0.18) aun considerando los elementos CaO y Sr. Probablemente, la escasa cantidad de calcita añadida fue muy parecida en ambas piezas.
- TSA-B2: Piezas con una cantidad muy variable de calcita (49-86%). En la pieza TSB-9/80 se ha podido identificar petrográficamente la presencia de un 15% de calcita cristalina. En las piezas TSB-8/34, TSB-7/32 y TSB-6/66 estos cristales también son visibles mediante binocular en una proporción, estimada con tablas comparativas, cercana al 20%. El porcentaje de cuarzo (2-12%) observado mediante DRX es muy variable y, probablemente, esta variación está relacionada, en gran parte, con la cantidad de calcita cristalina introducida en las pastas. Las piezas presentan un contenido de CaO medio (10-21%). Sin embargo, podemos afirmar que la adición de calcita cristalina en esta producción tampoco influye en la agrupación química de las piezas puesto que presentan un bajo vt (0.27) aun considerando los elementos CaO y Sr en el cálculo de la MVC. Probablemente, la cantidad añadida fue parecida en todas las piezas. Existe preferencia dentro de este Grupo Composicional por desgrasar las pastas con una cantidad media-baja de materia vegetal (<10%). Las piezas tienen una textura donde predominan cantidades medias de mineral (5-10%) de tamaño inferior a 800 μm . Las pastas gruesas con abundante mineral tipo GT-A no se han documentado.

- TSB-A3: Esta producción ha mostrado porcentajes muy variables de calcita (27-83%), y se ha documentado la presencia de calcita cristalina en muy bajas cantidades en las piezas TSB-9/81 y TSB-6/80. En las piezas TSB-9/84 y TSB-17/25 estos cristales también son visibles mediante binocular en una proporción del 5-10%. El porcentaje de cuarzo (3-11%), observado mediante DRX, es muy variable y, probablemente, está relacionado, en gran parte, con la cantidad de calcita cristalina introducida en la pasta. Las piezas presentan un contenido de CaO medio (8-20%) y la *vt* obtenida en esta producción fue muy alta considerando el CaO y el Sr. Probablemente las diferentes cantidades de calcita cristalina añadida a las cerámicas influyen a la hora de aumentar las diferencias dentro de la Producción que en todo caso, resulta bastante homogénea sin considerar estos dos elementos. La *vt** obtenida (0.21) al no considerarlos permitió establecer este grupo como monogénico. Texturalmente son muy parecidas, presentan un porcentaje medio-alto de materia orgánica (7-13%) y una cantidad baja de desgrasante mineral (<5%) de granulometría variable.
- TSB-B1: Además de su similitud química y mineralógica, las dos piezas de este grupo han mostrado en los difractogramas de DRX un porcentaje alto de calcita (52 y 72%). El porcentaje de cuarzo (9.5 y 6.4%), CaO (24-25.5%), cantidad media de mineral (5.3 y 6.5%) y de vegetal (4-7%) son muy semejantes. La cantidad total de anti-plásticos es muy similar (10-12%), y ambas muestras presentan una textura tipo GT-C3, es decir, con un tamaño de grano principal inferior a 800 μm . Los altos porcentajes de calcita obtenidos por DRX, junto al examen con binocular de las piezas (TSB-1/295 y TSB-1/303), sugieren la presencia de calcita cristalina en las pastas (10-15%). Sin embargo, podemos afirmar que la adición de calcita cristalina en esta producción no influye en la agrupación de las piezas puesto que presentan un bajo *vt* (0.2) aunque se consideren los elementos CaO y Sr. Probablemente, la cantidad añadida de desgrasante fue muy parecida en ambas piezas.

- TSB-B2: Además de su similitud química y mineralógica, las dos piezas de este grupo han mostrado en los difractogramas de DRX y en los análisis de FRX un porcentaje de medio-alto de calcita (27-54%) y CaO (9.4-18.8%). Esta producción se diferencia por presentar picos ligeramente más altos de cuarzo (9.1- 17.5%), probablemente, relacionados con la escasa presencia de calcita cristalina en la pasta y una cantidad de mineral muy baja (<3%) de tamaño variable que proporciona texturas tipo GT-C2 y C4. La cantidad de desgrasante vegetal también es baja (<6%). La muestra TSB-1/296 ha presentado algunos rasgos diferenciales dentro de esta descripción general, ya que posee una cantidad media (11%) de desgrasante mineral que, según el difractograma de DRX y el examen con binocular, debe relacionarse con la presencia de cristales de calcita cristalina de tamaño inferior a 800 μm , en la pasta. Una cantidad menor (3%) también ha podido observarse en la pieza TSB-6/72. Este desgrasante está ausente en las piezas del sector 2 (TSB-2/40 y TSB-2/42). Sin embargo, se puede afirmar que la escasa adición de calcita cristalina en esta producción no influye en la agrupación de las piezas ya que presentan un bajo v_t (0.3) aunque se consideren los elementos CaO y Sr.

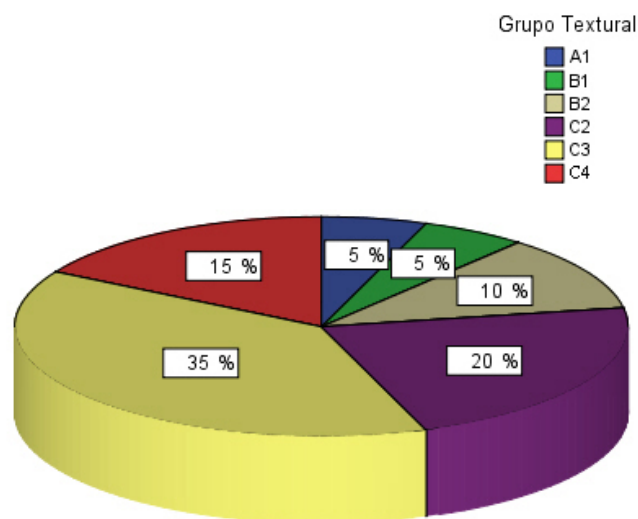


Figura 162. Grupos texturales constatados en las Producciones TSB-A.

13.2.2. Piezas fabricadas con pastas muy calcáreas de origen marino.

Este grupo se vincula con 50 piezas asociadas a las producciones químicas SM-A1, incluyendo también las piezas de la producción TSF-C, y SM-B1. Las diferencias entre estos grupos se deben únicamente a diferencias en el porcentaje de Zr que presentan las piezas. Estas cerámicas se diferencian de las anteriores, más ferruginosas, por qué se han realizado utilizando sedimentos con concentraciones más altas de K_2O y niveles más bajos de TiO_2 y Fe_2O_3 (3-7%). A diferencia del grupo anterior, asociado al Petrogrupo 2, la presencia de inclusiones opacas de hierro suele darse de forma aislada en las pastas y, en ningún caso, se presentan en la cantidad y el tamaño observados en el grupo de cerámicas adscritas a las pastas ricas en hierro. Finalmente, no se ha constatado la presencia de hematites en ningún difractograma de las 50 piezas incluidas. En cambio, todas estas muestras se han caracterizado por presentar una matriz donde apenas hay inclusiones minerales, éstas, se reducen a la presencia de cuarzo monocristalino redondeado de muy pequeño tamaño. Ello indica la utilización de arcillas con una escasa cantidad (<5%) de limos y arenas muy finas (<300 μm). La presencia accesoria de laminillas de moscovita y feldespato potásico se documenta a grandes aumentos en las pastas.

El análisis mediante microscopio petrográfico y SEM-EDX revela que el material de origen detrítico está muy alterado, y se puede presentar incluso en fracciones inferiores a las 4 μm (Fig. 163). En las muestras apenas se detectan carbonatos, salvo la presencia abundante de micrita en la matriz y microfósiles.

Mineralógicamente, forman un grupo cualitativamente muy homogéneo, sin embargo, a nivel cuantitativo conforman un grupo muy heterogéneo, con una alta variabilidad. Esta heterogeneidad está en función, principalmente, de la cantidad y el grado de alteración de la calcita cristalina, mineral que está presente en todas las muestras en cantidades de hasta el 45%. Ello afecta directamente a la intensidad de los picos de calcita y cuarzo observados en los difractogramas de DRX. Podemos afirmar, como se ha observado en el análisis petrográfico, que la adición desigual de calcita cristalina en estas producciones favoreció un alto grado de variabilidad en muestras fabricadas con materias primas que tienen mismo origen. La variación total obtenida en la MVC se redujo de $vt = 0.58$ y 0.87 a $vt^* = 0.12$ y 0.21 , respectivamente, para las Producciones SM-A1 y SM-B1, al no considerar los elementos CaO y Sr.

Como observamos, las variaciones en la cantidad de CaO son muy altas, abarcando desde piezas con 17.5% a otras con 49.5%. Como se ha señalado reiteradamente, este desfase debe de relacionarse con aspectos tecnológicos, con la adición de desgrasante mineral de naturaleza carbonatada a las pastas. En este sentido, una vez establecidos los Grupos de Referencia Composicional, se ha creído conveniente realizar subgrupos dentro de las producciones detectadas en *Puig de Sa Morisca* y *Son Ferrer* con la finalidad de establecer categorías de materiales que tienen un mismo origen pero que resultan tecnológicamente distintivos.

- Piezas muy calcáreas (CaO = 30-53%): Engloba la Producción SM-B1 y la mayor parte de las piezas de SM-A1. Texturalmente, existe una gran variabilidad, un 39% de las piezas presentan una textura gruesa con abundante mineral tipo GT-A y GT-D. Un 14% presentan una textura media (GT-B) y un 28% son piezas con una cantidad media/fina de desgrasante mineral (GT-C3). El 19% restante responde a pastas más finas (GT-C2 y C4). La media de calcita obtenida en la semi-cuantificación de las fases detectadas con DRX es muy alta (70%), y las ocho piezas observadas petrográficamente coinciden en presentar abundante calcita cristalina en la pasta (30-45%). Todas las piezas analizadas petrográficamente de este tipo de piezas se han agrupado en el petrogrupo 1.
- Piezas moderadamente calcáreas (17-27%). Son piezas (SM-362, SM-394, SM-659, SM-246, SM-293) que resultan particulares dentro del registro de este yacimiento ya que no presentan texturas gruesas con abundante materia mineral tipo GT-A y GT-D, sólo se observan pastas con poco desgrasante mineral (<5%) del tipo GT-C, con tendencia a tener una cantidad media de materia vegetal (5-10%). La cantidad de calcita observada mediante DRX es menor a la del grupo anterior (media 44%) y, petrográficamente, se ha observado la ausencia, o la escasa presencia (<15%), de calcita cristalina en las pastas. En cambio, se han observado pastas asociadas al Petrogrupo 3 (SM-362, SM-246) y otras petrofábricas aisladas que presentan chamota (SM-659).

Podemos concluir que existe una gran variabilidad textural y petrológica entre ambos tipos de piezas dependiendo del tipo, la cantidad y el tamaño del desgrasante mineral. Todo indica que esta variabilidad está estrechamente relacionada con la presencia/ausencia de calcita cristalina y la incorporación de otras rocas sedimentarias a la pasta. De todos modos, se documentan en estas producciones preferentemente pastas con una cantidad de mineral superior al 10%, de tamaño medio/grueso tipo GT-A, GT-D y GT-B (Fig. 164). La presencia/ausencia de desgrasante vegetal constituye una de los parámetros que también marca las diferencias dentro el registro asociado a estas producciones. Como se explicará posteriormente estas dicotomías, muy marcadas en las cerámicas, en función de la cantidad de calcita cristalina y de materia orgánica presente en las muestras están estrechamente relacionadas con aspectos cronológicos. A pesar de ser producciones muy parecidas, los resultados obtenidos de la Matriz de Variación Composicional sugieren que podemos distinguir dos variantes altamente estandarizadas en lo que al origen de las materias primas arcillosas utilizadas se refiere.

Dentro de estos grupos químicos se enmarcan, por tanto, muestras que presentan las mismas características geoquímicas que el resto de piezas agrupadas, sin embargo, éstas han presentado notables diferencias petrográficas. Además, como se ha señalado, estas vasijas se han situado en el grupo minoritario de piezas moderadamente cálcicas. Se trata de las muestras SM-246 y SM-362 que se ha agrupado en la petrofábrica 3. Estas pastas coinciden también en poseer una alta cantidad de microfósiles y, como se ha indicado, se caracterizan básicamente por presentar peloides muy redondeados que, ocasionalmente, forman agregados así como algas rojas asociadas a antiguas barreras de arrecife de coral.

Este tipo de material grueso no se ha observado en el resto de piezas examinadas mediante microscopio petrográfico que presentaban esencialmente calcita cristalina. Este hecho sugiere la utilización de una misma arcilla base que, sin embargo, fue desgrasada con otro tipo de roca, probablemente calcarenitas o caliza arrecifal. Esta solución, donde se eligen otros tipos de desgrasantes, se ha observado también en algunas muestras de *Son Ferrer* y otra del *Puig de Sa Morisca*, que no se han agrupado con ningún Grupo de Referencia. Este mismo fenómeno se observa en la pieza SM-659 que, en este caso, presenta cerámicas trituradas.

En definitiva, podemos señalar que se observan hasta cinco soluciones tecnológicas diferentes asociadas a un mismo Grupo de Referencia Composicional lo que indica la diversidad de opciones disponibles por los artesanos para obtener un producto cerámico apto para ser utilizado en la vida cotidiana a partir de una materia prima en origen muy similar.

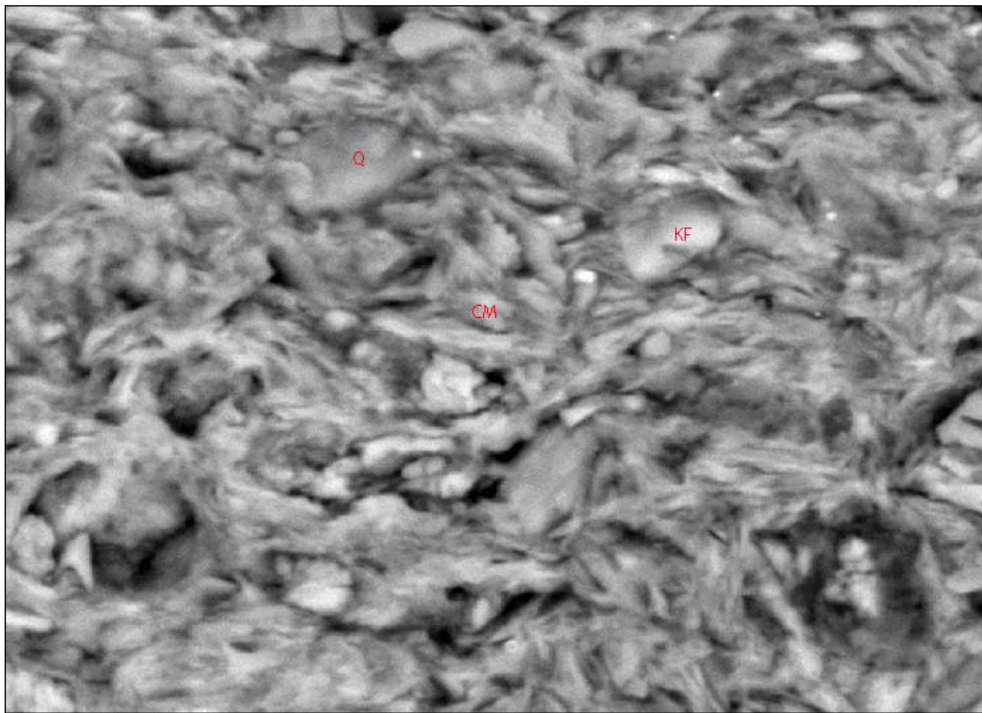


Figura 163. Imagen SEM-BSEI donde se pueden observar, a grandes aumentos (1700x), las laminillas de los minerales de la arcilla que conforman la matriz arcillosa (CM) y la presencia de feldespato potásico (KF) y cuarzos (Q) de reducido tamaño en la pasta de la pieza SM-665, asociada a la Producción SM-B1.

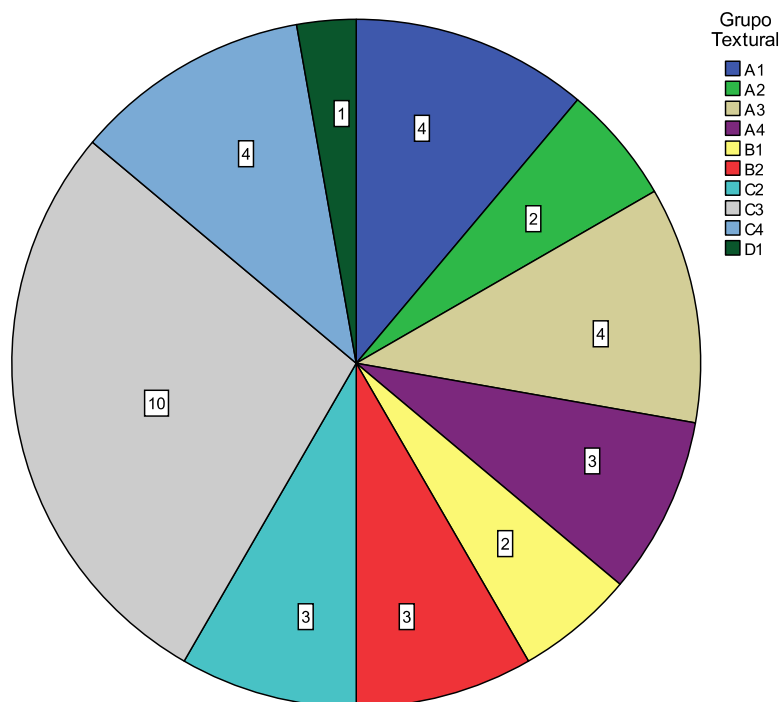


Figura 164. Número de casos asociados a los grupos texturales constatados en las producciones SM-A1 y SM-B1 relacionado con pastas muy calcáreas ($\text{CaO} \geq 30\%$).

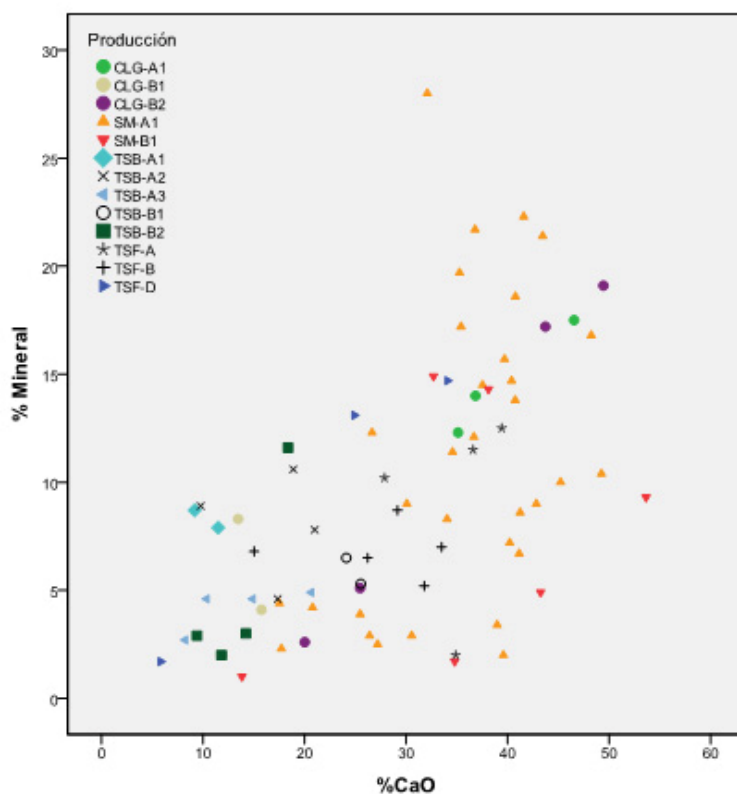


Figura 165. Porcentaje de mineral y de CaO según las diferentes producciones. Observar cómo se produce una gran variación en la cantidad de mineral y CaO en las piezas SM-A1 y B1, también se observa como las producciones del *Turó de les Abelles* (TSB-B1, B2, A3 A2 y A1) asociadas a pastas ferruginosas presentan pastas con escaso mineral ($<10\%$) y cantidades más moderadas de CaO ($<25\%$).

13.2.3. Piezas asociadas a producciones aisladas.

En este apartado se engloban todas aquellas piezas cerámicas de *Puig de Sa Morisca*, *Turó de les Abelles* y *Closos de Can Gaià* que no han podido clasificarse coherentemente dentro de los dos grandes grupos establecidos anteriormente. El criterio utilizado para adscribir estas piezas como producciones aisladas o singulares ha sido preferentemente químico, ya que se trata de piezas mal clasificadas, que no se han agrupado en ninguna de las producciones definidas estadísticamente. A menudo, las diferencias químicas se constatan también petrográficamente, sin embargo, hay algunas vasijas que se han aislado químicamente pero sí han podido agruparse con alguno de los petrogrupos establecidos. Ello debe relacionarse más con determinadas soluciones tecnológicas que con el origen de las materias primas utilizadas que, en todo caso, serían muy parecidas en sus características generales de composición y textura.

Por tanto, se trata de explicar a nivel mineralógico, petrográfico y textural que caracteriza a estas piezas que se han separado de los grupos principales establecidos a nivel geoquímico. Para ello se han utilizado dos niveles diferenciados de análisis; por un lado, se ha iniciado este procedimiento en aquellas piezas cerámicas aisladas (*loners*) que, por su singularidad química, no se habían incluido en el establecimiento de Grupos de Referencia Composicional. Estas piezas deberían de mostrar de entrada una pasta claramente divergente del resto de individuos analizados. Dentro de este grupo se incluían algunas muestras que no se relacionan con cerámicas sino con otro tipo de materiales arcillosos, por este motivo serán tratados en puntos posteriores más centrados en este tipo de materiales. Por otro lado, se han incluido aquellas piezas que, consideradas en el establecimiento de Grupos de Referencia Composicional, no se han agrupado de modo satisfactorio en ninguna de las producciones estipuladas.

Para abordar la singularidad química de estas piezas se han tratado de utilizar siempre datos directos relacionados con los diferentes componentes que forman parte de la pasta, basados en el estudio óptico de láminas delgadas bajo microscopio petrográfico. Sin embargo, la combinación de estos métodos no ha sido siempre posible. Por ello, en las muestras de las que no se han podido realizar láminas delgadas, se ha acudido a los análisis de la mineralogía de las piezas realizados mediante DRX, a la textura de la pieza, determinada mediante análisis de imagen, y al aspecto general de la pasta utilizando el microscopio estereoscópico.

13.2.3.1. Piezas singulares que introducían un alto grado de variabilidad en los datos químicos (*loners*).

a) SM-181.

Es una pieza que, tanto en los análisis químicos como petrográficos, se ha mostrado distintiva del resto de piezas. Químicamente, presenta niveles ligeramente más altos de MgO y Zn, mientras que el Zr se mantiene en niveles intermedios entre las Producciones SM y TSB. Petrográficamente se caracteriza, como se ha señalado, por asociarse a la Petrofábrica 3, donde se incluían dos individuos que sí han podido insertarse en la Producción SM-A1. Este petrogrupo se definía por presentar abundantes peloides formados por calcita micrita y bioclastos, así como una matriz rica en foraminíferos planctónicos y bentónicos, en este caso se han documentado algas rojas coralinas (*Rodoficies*) y *Globigerinoides*. A diferencia de las piezas de SM-A1, esta vasija, presenta un mayor contenido de cuarzo que las otras piezas del *Puig de Sa Morisca*, además se documenta algún cuarzo poli-cristalino que probablemente ya estaba presente en la roca añadida. Todo indica que, en esta pieza, pudieron utilizarse materias primas diferentes a las típicas del yacimiento pero que fueron desgrasadas de una forma que sí ha sido constatada en otras piezas del *Puig de Sa Morisca* y también en *Son Ferrer*.

b) SM-1351.

Químicamente esta pieza presenta niveles muy bajos de K₂O y Zr, lo que sugiere no incluirla en el grupo de arcillas calcáreas propias de producciones del *Puig de Sa Morisca*, si bien petrográficamente, es muy similar a las vasijas de la Petrofábrica 1, con una matriz óptimamente activa de color marrón (PPL) con abundantes microporos. La matriz gruesa se caracteriza por tener una cantidad muy alta (35%) de romboedros de calcita cristalina monocristalina que en algunos casos se muestran alterados a micrita adquiriendo, además, una tonalidad grisácea (Fig. 166). El tamaño máximo de estos cristales, con una ordenación seriada, es de hasta 1500 µm, aunque la media se situaría en torno a las 700 µm. Se documentan aisladamente (3%) granos muy redondeados de caliza de color pardo formados por calcita micrita y un tamaño máximo similar al de la calcita cristalina (700 µm).

A parte de los carbonatos no se documentan otros minerales, sólo cuarzo monocristalino subredondeado o redondeado bien ordenado en una fracción muy fina ($< 200 \mu$) y escasa cantidad (3%). También se documentan algunas laminillas de moscovita muy finas. En este caso debemos remitirnos a una pieza que si bien pudo no ser confeccionada con los materiales más utilizados en *Puig de Sa Morisca* se fabricó a partir de materias primas muy parecidas siguiendo unas pautas de preparación de la pasta muy similares.

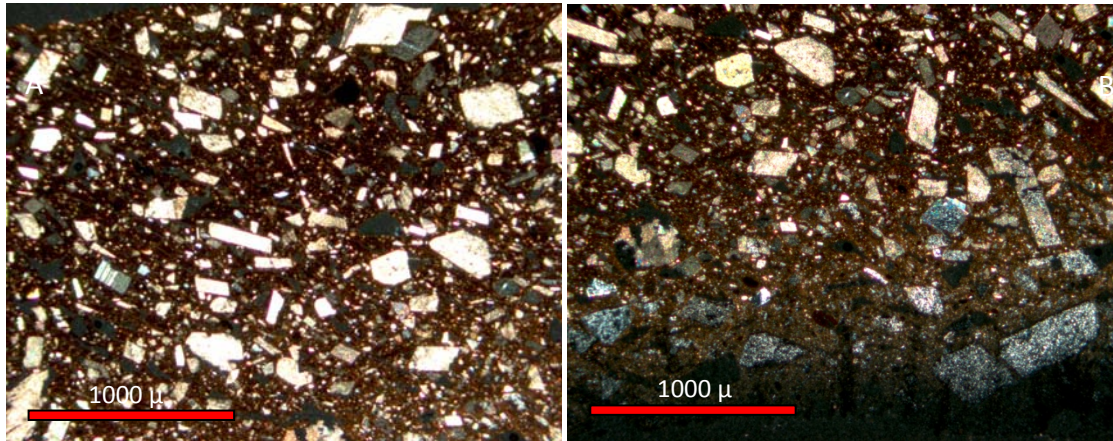


Figura 166. Microfotografías de la pieza SM-1351 con nicoles cruzados A) mostrando una alta cantidad de cristales espáticos de calcita cristalina sobre una matriz arcillosa muy fina. B) Alteración térmica de los cristales de calcita más próximos al margen externo de la pieza.

c) SM-140.

Es una pieza que, como se ha señalado en sendos apartados, se ha aislado tanto química como petrográficamente del resto del conjunto analizado. Las diferencias se deben a un contenido muy alto de MgO (6.4%) y, petrográficamente, a la ausencia de calcita cristalina. Esta cerámica tiene una matriz arcillosa abigarrada, donde se intercalan arcillas con distinta coloración con presencia de foraminíferos planctónicos no identificados y restos de equínidos. Las escasas inclusiones son calizas de calcita micrita y poseen un aspecto muy redondeado. Los granos no están orientados y se trata de una estructura que resulta extraña en términos geológicos y petrográficos. La mezcla de distintas arcillas podría explicar la singularidad petrográfica de esta pieza, cuya disposición de los anti-plásticos resulta poco usual en estado natural. La presencia de foraminíferos remite hacia sedimentos muy finos y el aspecto abigarrado de la matriz sugiere la posibilidad de la mezcla de dos arcillas distintas para fabricar la pieza.

d) SM-1125.

Químicamente esta pieza presenta niveles intermedios entre la Producción SM y TSB de TiO_2 y Zr. Petrográficamente, es muy similar al Petrogrupo 1, la única diferencia perceptible en lámina delgada es la presencia de abundantes argilitas, nódulos de arcilla de color marrón oscuro y textura muy fina. En la matriz se han podido identificar foraminíferos bentónicos, como rotálidos no identificados. Todo parece indicar que para confeccionar esta pieza se utilizaron materias primas muy parecidas a las del grupo de piezas calcáreas del *Puig de Sa Morisca*, aunque de un origen distinto. Tal vez, dada la presencia de foraminíferos, el motivo de que estas piezas no se agrupen dentro de este grupo pueda deberse a variaciones intra-depósito, es decir dentro de la misma formación sedimentaria utilizada. Del mismo modo, las soluciones tecnológicas evidencian la misma elección en el tipo de mineral utilizado que la observada en la amplia mayoría de las piezas de este yacimiento.

e) SM-472.

Químicamente, esta pieza tiene un alto contenido de MgO y una cantidad muy baja de TiO_2 y Fe_2O_3 . Petrográficamente, esta vasija se ha adscrito también al Petrogrupo 1 con abundante calcita cristalina y escaso cuarzo muy fino, con una matriz densa con abundantes microfósiles. En concreto, esta pieza ha presentado foraminíferos planctónicos como *Globigerinidae*. Esta pieza presenta un fenómeno parecido al observado en la pieza SM-1125, donde se constata la utilización de una materia prima, sino la misma, muy parecida a la observada en la producción SM-A1. En esta pieza se utilizan arcillas muy finas con abundantes microfósiles, donde hay que destacar foraminíferos planctónicos, únicamente detectados en los depósitos del Cretácico y del Paleógeno en la zona de *Santa Ponça*, que son característicos de esta producción. Del mismo modo, la estrategia utilizada por los artesanos para desgrasar esta arcilla, basada esencialmente en la adición de abundante calcita cristalina, ha sido coherente con la observada en la amplia mayoría de piezas de *Puig de Sa Morisca*.

f) SM-138.

Químicamente, esta cerámica presenta valores muy bajos de TiO_2 y Zr. Petrográficamente, es una pieza aislada que presenta una matriz abigarrada con arcillas de diferente color entremezcladas. Se trata de una pieza parecida, en algunos aspectos, a las del Petrogrupo 1 ya que se detecta una rica matriz arcillosa con escaso cuarzo de un tamaño muy fino. Además, en la matriz, se han identificado abundantes restos de equínidos así como foraminíferos planctónicos (*Globigerinidae*) y bentónicos (rotálidos no identificados). Igualmente, la matriz gruesa se caracteriza por la presencia moderada de calcita cristalina. Las diferencias se traducen en la morfología de los granos de calcita cristalina, que presentan un aspecto extraño, donde las aristas y los planos de algunos romboedros están menos definidos que en el resto de casos observados. Además los granos son también de menor tamaño ($<700 \mu\text{m}$). Todo parece indicar que, probablemente, en el caso de ser de factura local, se pudieron utilizar las arcillas marinas propias del entorno de la albufera de *Santa Ponça*. De todos modos, las variaciones geoquímicas observadas en relación a las piezas de SM-A1 pueden deberse también a variaciones intra-depósito o a la mezcla de diferentes arcillas.

g) SM-238.

Esta pieza no ha sido considerada en el análisis estadístico realizado con los datos químicos por presentar un valor perdido en el Zr, uno de los elementos que se han utilizado en la clasificación geoquímica de las piezas. Su utilización habría resultado problemática en el cálculo de la Matriz de Variación Composicional. De este modo, una vez establecido los distintos Grupos de Referencia Composicional, sí podemos comparar el resto de valores de esta cerámica con los resúmenes estadísticos descriptivos obtenidos de los distintos grupos. De este modo, se puede observar que esta pieza se agruparía perfectamente, salvo por un ligero descenso en los niveles de cloro, dentro de la producción SM-A1 (Cuadro 43), característica del *Puig de Sa Morisca*. Tampoco muestra diferencias sustanciales con la otra producción de este yacimiento, SM-B1. Como ya señalamos, las diferencias entre ambas producciones son poco notables.

Por otro lado, el examen de la pieza con análisis de imagen y lupa binocular muestra una textura con abundante mineral (Fig. 167) que, dados los picos observados en los difractogramas de DRX, deben relacionarse básicamente con calcita (85%). En definitiva, los datos sugieren la utilización de las mismas materias primas y las mismas soluciones tecnológicas que las observadas en la amplia mayoría de piezas de estas producciones, claramente asociadas al Petrogrupo 1.

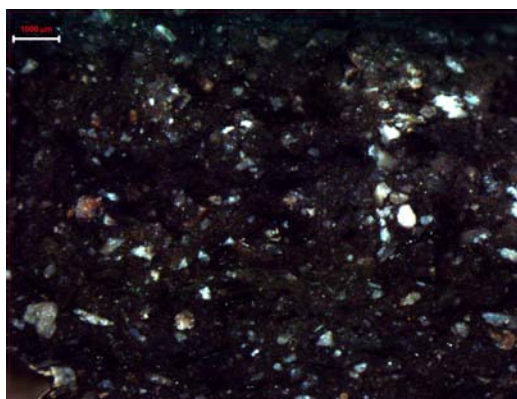


Figura 167. Microfotografía con binocular de la pieza SM-238, textura con abundantes cristales translúcidos de calcita cristalina de grano medio.

Cuadro 43. Composición de la pieza SM-238 en función de los descriptivos de las producciones SM-A1 y SM-B1 (elementos mayoritarios y minoritarios en wt%, elementos traza en ppm).

	SM-238	Media SM-A1	Desv. típ.	Media SM-B1	Desv. típ.
MgO	1,32	1,35	,18	1,45	,23
Al ₂ O ₃	14,61	13,95	1,86	12,85	1,99
SiO ₂	39,41	39,24	5,66	37,91	8,32
P ₂ O ₅	,41	,48	,10	,59	,16
SO ₃	,10	,15	,06	,18	,08
K ₂ O	2,54	2,46	,48	2,37	,21
CaO	34,78	36,00	8,53	36,53	11,25
TiO ₂	,73	,73	,12	,87	,17
Fe ₂ O ₃	5,79	4,79	,89	5,77	1,01
Zn	130	113	21,6	134,1	24,4
Rb	121	123	26,4	128,2	32,5
Sr	623	462	134,1	595,5	448,5
Zr	-	149	22,5	227,2	65,1
Ba	834	862	373,4	761,2	312,4
Y	23,7	24,3	8,6	30,4	11,2
Cl	365	1301,6	847,2	6503,6	12142,6

13.2.3.2. Piezas mal clasificadas no adscritas a ninguna producción.

Dentro de este apartado incluimos aquellas piezas que no responden a *patrones químicos de pasta*, son piezas de las que desconocemos su origen pero que por su similitud química se han mantenido aisladas en el dendrograma o bien se han agrupado con Grupos de Referencia de otros yacimientos, por lo que no pueden asociarse arqueológicamente a estaciones arqueológica específicas (Tsantini 2007: 137). En este sentido, que se hayan agrupado en la matriz de distancias algunas piezas de distintos asentamientos no significa que las cerámicas tengan un mismo origen. En estos casos, todo parece indicar que nos encontramos ante *zonas de conjunción*, áreas distantes entre sí geográficamente pero que muestran unas características geoquímicas similares. Por este motivo deben considerarse como piezas aisladas dentro de estos grupos principales.

a) TSB 6/65.

Químicamente, esta pieza se distingue por tener niveles muy altos de MgO (7%) y un contenido de Zr intermedio entre las dos producciones (TSB-SM). Estas diferencias se plasman en los análisis de DRX realizados. Ésta es la única pieza cocida que ha presentado montmorillonita, estando ésta en una cantidad aproximada del 8%. La montmorillonita es un mineral de la arcilla del grupo de las esmectitas que se caracteriza composicionalmente por el reemplazo de Al por Si, con el subsiguiente reemplazo del Al por otros cationes hasta conseguir una carga eléctrica neutra, normalmente Fe^{2+} o Mg^{2+} (Pollard y Heron 1996: 121). Este proceso generado por diagénesis podría explicar el alto contenido en MgO de la pieza. Petrográficamente, constituye una pasta aislada y muy singular, no se ha observado ninguna pasta similar en el resto del registro. Se trata de una pieza con una matriz muy densa con franjas intercaladas de color oscuro. A diferencia del Petrogrupo 2 no presenta una alta cantidad de opacos de gran tamaño de aspecto redondeado. En esta pieza destaca la presencia de nódulos de arcilla o *clay pellets* con cuarzos de pequeño tamaño en su interior y algún fragmento de roca arenisca formada por cuarzo monocristalino.

Finalmente, se documenta la presencia muy minoritaria (<5%) de romboedros de calcita espática y microespática de pequeño tamaño así como gran cantidad (20%) de granos de caliza pequeños formados por calcita micrita de aspecto redondeado. Granulométricamente, resulta una pieza con una textura muy fina.

b) TSB-5/19.

Esta pieza ha aparecido claramente aislada en el dedrograma y no se ha asociado a ninguna producción. Aunque sí se ha adscrito al gran grupo de cerámicas con niveles bajos de Fe_2O_3 que englobaría a la amplia mayoría de muestras que no son del *Turó de les Abelles*. Sin embargo, esta cerámica, se ha aislado claramente del resto por presentar niveles de Zn que doblan al observado en el resto de cerámicas. Desgraciadamente, la escasa cantidad de muestra disponible imposibilitó la realización de láminas delgadas, a pesar de todo podemos señalar que, mineralógicamente, los análisis de DRX han mostrado la composición básica observada para la mayoría de muestras cerámicas, basada en ilita, calcita, cuarzo y feldspatos. Podemos apreciar que es una muestra con abundantes filosilicatos y una cantidad moderada de calcita (28%) y CaO (15.06%). En el examen bajo el binocular, se observa una pasta muy fina, con una rica matriz arcillosa que ha sido desgrasada de forma heterogénea con unos pocos cristales de calcita cristalina de aspecto translúcido, tamaño sub-milimétrico y morfología angulosa con tendencia romboidal o prismática así como abundante materia orgánica (Fig. 168).

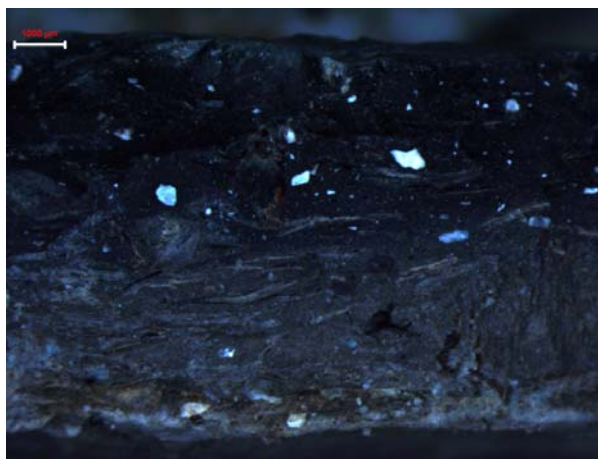


Figura 168. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-5/19 mostrando una textura muy fina con escasos cristales translúcidos de calcita cristalina de grano medio/fino y abundante materia orgánica.

c) TSB-17/23.

Se trata de una pieza que se diferencia del resto de cerámicas por un incremento notable en la cantidad de SiO_2 (67.3%), presentando, por el contrario, valores muy bajos de CaO . Los valores obtenidos en estos elementos permiten diferenciarla de la pieza SM-705, con la que se ha agrupado en el dedrograma. Esta composición química está estrechamente ligada con los datos petrográficos constatados, ya que esta pieza se ha agrupado en la Petrofábrica 4, que, como se señaló anteriormente, se caracteriza por presentar cantidades muy altas de cuarzo, y por la ausencia de carbonatos. En definitiva, la alta cantidad de cuarzo explica el enriquecimiento de SiO_2 detectado a nivel químico. Se trataría de una pieza donde, además de utilizar materias primas poco calcáreas y muy silíceas, se habría utilizado una solución peculiar a la hora de seleccionar los antiplásticos que conforman la pasta.

d) SM-705.

Si bien esta pieza se ha agrupado con la TSB-17/23, químicamente ambas difieren de manera ostensible en su composición química y mineralógica. Esta pieza del siglo IV BC ha mostrado niveles ligeramente más altos de Fe_2O_3 (7.2%) y de TiO_2 (1.33%) que el resto de piezas del *Puig de Sa Morisca*, aunque no llega a alcanzar unas concentraciones tan elevadas de estos elementos como las observadas en las piezas ferruginosas del *Turó de les Abelles*. La composición de la pieza favorece que las zonas que se han oxidado de la pasta presenten una tonalidad rojiza y anaranjada más intensa que en otras piezas de *Puig de Sa Morisca* (Fig. 169). En todo caso, podemos señalar que, probablemente, esta pieza habría sido fabricada utilizando una materia prima diferente a la observada en las producciones típicas de este yacimiento. El análisis de DRX en combinación con el estudio mediante binocular revela que esta pieza posee abundante calcita (50%) que, ópticamente, debe asociarse, al menos parcialmente, con abundantes cristales angulosos y translúcidos, de tamaño sub-milimétrico de calcita cristalina. El examen con lupa revela también algunas inclusiones de color rojo intenso en la sección que podrían estar relacionadas con óxidos de hierro.

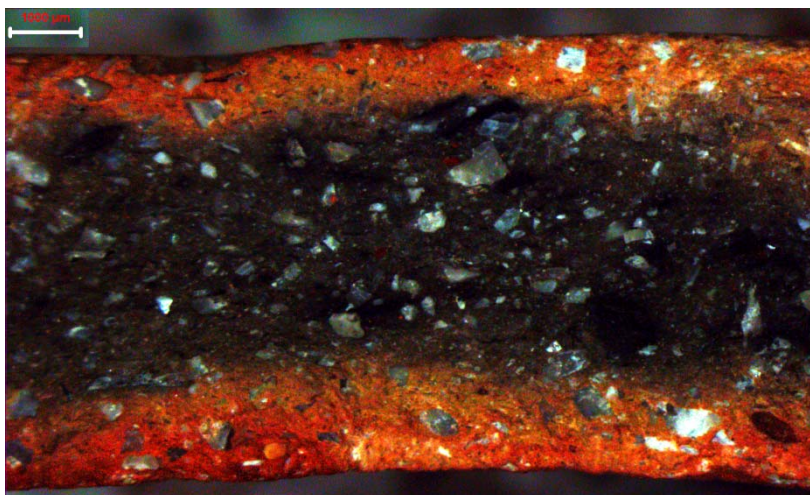


Figura 169. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza SM-705 mostrando una textura muy media/gruesa con abundantes cristales translúcidos de calcita cristalina de grano medio. Observar el tono anaranjado intenso de los márgenes de la sección.

e) TSB-6/73.

Los datos químicos permiten desvincular esta pieza de las piezas TSB-1/299 y TSB-2/41, con las que se había asociado en el dedrograma, ya que las concentraciones de Zr y Al_2O_3 son mucho más altas en la cerámica TSB-6/73. Por contra, esta pieza se asemeja mucho en la cantidad de Fe_2O_3 a las de las producciones TSB-A, por ello, se ha optado por incluirla también en el grupo de arcillas ferruginosas. Sin embargo, su tratamiento individual está justificado con tal de realizar algunas aclaraciones ya que el nivel de TiO_2 es mucho más bajo y muestra cierta singularidad petrológica respecto a las piezas de este grupo. La alta cantidad de hierro, y la menor incidencia del titanio, se plasman en los análisis de DRX, donde se ha podido consignar la presencia de un pico residual de hematites, pero no de titano-magnetita. Petrográficamente, esta diferencia puede relacionarse con la ausencia de las grandes inclusiones opacas que se han detectado en el Petrogrupo 2. Podemos asegurar que la arcilla utilizada sería también muy rica en hierro, sin embargo, el examen con microscopio petrográfico y con binocular han revelado importantes diferencias, tanto en la coloración de la pasta, que se muestra de un tono rojizo más intenso, como en la textura, sin apenas inclusiones y muy fina. Finalmente, esta pieza no presenta desgrasante vegetal.

f) TSB-1/299 y TSB-2/41.

Son dos piezas muy parecidas químicamente entre sí, sólo la cantidad de K_2O se ha mostrado ligeramente diferencial, por lo que se describirán de forma conjunta. Son de las pocas piezas del *Turó de les Abelles* que han presentado niveles moderados de Fe_2O_3 (6.6%). En los análisis de DRX estas piezas han mostrado, además, unas concentraciones muy similares de calcita (41-42%), cuarzo (13%) y filosilicatos (41-42%). Ambos aspectos químicos y mineralógicos, sugieren agrupar estas piezas juntas entre sí y a la vez separadas de los grupos de referencia del *Turó de les Abelles*.

Petrográficamente, la muestra TSB-2/41 muestra una matriz de aspecto muy abigarrado, con abundantes nódulos de arcilla y muy porosa, debido a la gran cantidad de materia orgánica que posee muy mal ordenada. La fracción gruesa es muy fina y se compone de cuarzo monocristalino de aspecto subredondeado de 200 μm , algún fragmento de roca caliza y un 5% de calcita cristalina muy angulosa que no sobrepasa las 350 μm . No se documentan foraminíferos en la pasta. La pieza presenta una gran inclusión opaca de 1500 μm de tamaño similar a las observadas en el Petrogrupo 2. Tiene forma esférica y se muestra fracturada y conteniendo cristales de cuarzo. Sin embargo, se ha examinado esta inclusión bajo luz reflejada, donde muestra un aspecto poco definido y una coloración completamente diferente, no rojiza o amarillenta sino más parecida a la matriz lo que indica que podría ser un fragmento de arcilla. Por otro lado, se detectan algunos óxidos opacos redondeados de hasta 250 μm .

Por su parte, el examen con binocular de la pieza TSB-1/299 revela una textura muy parecida donde se documentan algunos fragmentos de roca de aspecto redondeado muy mal ordenadas en una matriz fina donde también podría incluirse algún pequeño cristal de calcita de forma residual. La pasta se muestra muy heterogénea (Fig. 170), donde se observan sectores en la sección con más materia orgánica y otros con más mineral, finalmente, señalar que la cerámica muestra una capa de arcilla fina en las superficies.

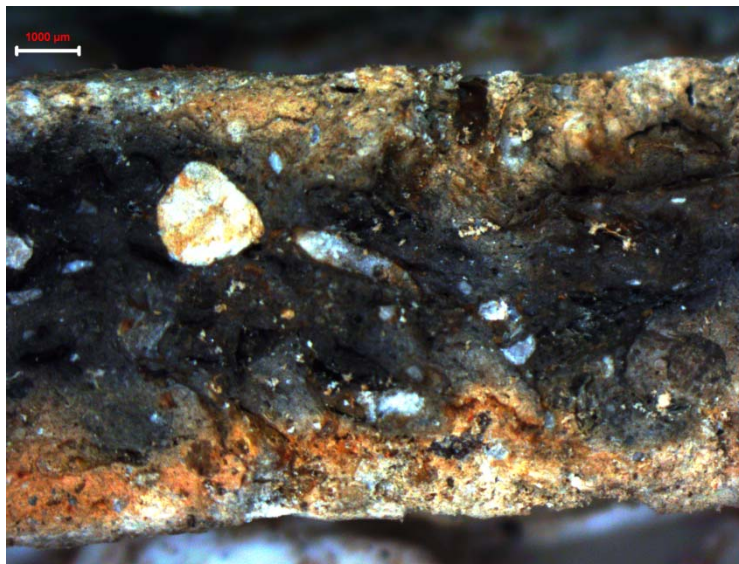


Figura 170. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-1/299 mostrando una textura muy heterogénea con fragmentos de rocas y materia orgánica.

g) SM-470.

Químicamente, esta cerámica se caracteriza por un tener un contenido muy bajo de SiO_2 (30.2%) y MgO . Por otro lado, como ya sucedía con la pieza SM-705, ésta presenta contenidos más altos de Zr , TiO_2 y Fe_2O_3 (7.7%) que el observado en las producciones del *Puig de Sa Morisca*. Si bien muestra cierto enriquecimiento en hierro, lo que permitiría introducirla en el grupo de arcillas ferruginosas característico del *Turó de les Abelles*, el bajo contenido en Al_2O_3 y SiO_2 respecto de este grupo, probablemente ligado a la adición de calcita cristalina, sugieren ser precavidos y mantenerla aislada. Esta pieza ha mostrado cantidades muy altas de CaO (44%) y los análisis de DRX han mostrado una pieza con picos muy intensos de calcita (86%). Esta alta cantidad de calcita y la presencia en binocular de abundantes cristales romboidales translúcidos y angulosos deben asimilarse a la presencia de abundante calcita cristalina en la pasta (Fig. 171). Una vez más podemos sugerir la utilización de una materia prima de un origen diferenciado del observado en las producciones del *Puig de Sa Morisca*. En todo caso, la forma de desgrasar las arcillas habría coincidido con la observada en la mayor parte del registro de este yacimiento.

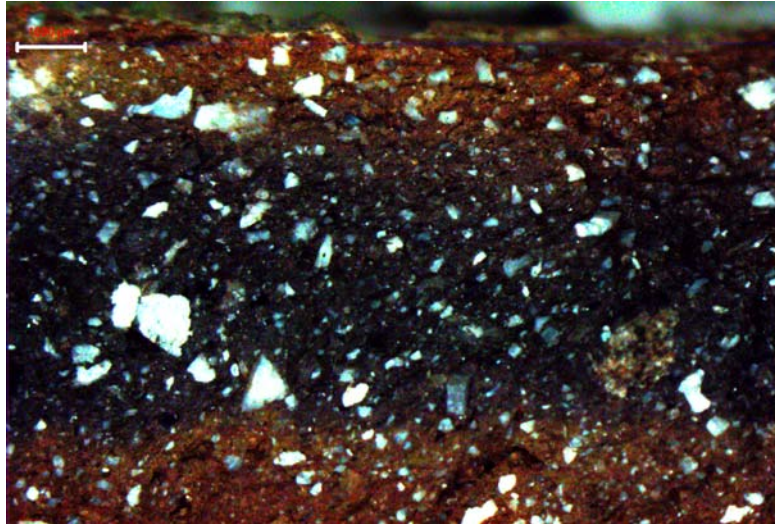


Figura 171. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza SM-470 mostrando una pieza compacta y de textura gruesa con abundantes fragmentos de calcita cristalina.

h) TSB-7/33.

A pesar de que esta pieza se ha agrupado con la pieza CLG-2755 podemos asegurar, que las diferencias mineralógicas entre ambas son muy pronunciadas. Si bien ambas piezas son poco cálcicas, dentro de las piezas del *Turó de les Abelles* esta pieza muestra menos Fe_2O_3 (5.4%) y porcentajes altos de SiO_2 (56%). Petrográficamente presenta una matriz con abundantes macroporos que poseen en su interior materia vegetal grafitizada. La matriz presenta calcita micrita, abundantes opacos de pequeño tamaño y laminillas de moscovita. La matriz gruesa se compone de abundante cuarzo monocristalino y policristalino de tamaño pequeño. También se detecta algún fragmento de cuarzoarenisca. De forma muy aislada, se documentan pocas inclusiones opacas, que pueden ser de gran tamaño, con algunos granos de cuarzo en su interior, muy similares a los observados en las piezas del Petrogrupo 2. La pasta solamente presenta un par de cristales micro-espáticos, romboédricos de calcita cristalina de hasta $500\ \mu\text{m}$ y muy pocos fragmentos de otras rocas carbonatadas. Señalar que se han observado restos de una capa de engobe de color marrón oscuro en la superficie interna y otra muy fina en la superficie externa. No se han documentado foraminíferos formando parte de la matriz arcilla o de las inclusiones.

i) TSB-7/159.

Esta cerámica se ha mostrado claramente diferenciada del resto de piezas que componen las producciones del *Turó de les Abelles*, tanto química como petrográficamente. Por un lado, respecto a estas cerámicas esta pieza presenta niveles sensiblemente más bajos de hierro, magnesio, calcio, titanio, zinc y ytrio. En cambio, presenta niveles muy altos de silicio. Petrologicamente, esta pieza se ha adscrito al Petrogrupo 4, que se caracteriza por ser muy rico en cuarzo y muy pobre en carbonatos. Al igual que en la pieza TSB-17/23, el alto porcentaje de cuarzo explica también el nivel más alto de SiO₂. De hecho, ambas piezas son muy semejantes en su composición geoquímica y mineralógica básica, remitiendo a la utilización de arcillas poco calcáreas (*border calcareous*) para su fabricación.

j) CLG-2755.

Esta muestra es mineralógica, petrográfica y químicamente distinta del resto de piezas analizadas por su alto contenido en feldespato potásico y plagioclasas de gran tamaño, la práctica ausencia de carbonatos y una cantidad alta de cuarzo. A diferencia de las otras piezas aquí la moscovita es más abundante y de mayor tamaño, además se detectan cristales de biotita. Por un lado, esta composición mineralógica se traduce químicamente en el porcentaje de K₂O más alto observado (3.6%) en el registro analizado. Éste debe asociarse, como se ha observado, con mayores concentraciones de feldespato potásico. Por otro lado, también se aprecia una cantidad muy alta de SiO₂ (64.2%), que debe relacionarse con la abundancia de cuarzos y la ausencia de carbonatos. Finalmente, esta cerámica también presenta niveles muy bajos de zinc. Todos los datos nos remiten, por tanto, a un tipo de materia prima, muy poco calcárea, que difiere sensiblemente de la utilizada en el resto de cerámicas constatadas tanto en la zona de *Porto Colom* como en el área de *Calvià*.

k) SM-627.

Esta pieza se ha separado claramente de las Producciones del *Puig de Sa Morisca* por presentar niveles más bajos de K_2O y Zr y, más altos de Zn. Ello ha propiciado que esta pieza se agrupe con otras de *Closos de Can Gaià*, por lo que se ha creído conveniente considerarla como producción aislada más vinculada a zonas de conjunción que no a un origen común. Esta pieza ha mostrado una alta cantidad de CaO en su composición (49%), algo que se refleja en unos picos muy intensos de calcita en los diagramas de DRX (95%). Bajo lupa binocular esta pieza ha mostrado abundantes cristales de gran tamaño translúcidos o grises de aspecto, en muchos casos, romboidal (Fig. 172). Estos datos apuntan a la presencia en altas cantidades de calcita cristalina en la pasta. De nuevo, los datos nos remiten a la utilización, en esta pieza del Bronce Final, de una materia prima diferente a la observada en la producción principal del *Puig de Sa Morisca*, consistente en arcillas calcáreas de origen marino/lagunar, pero, en todo caso, la pasta se habría preparado siguiendo el esquema conceptual predominante en el yacimiento, consistente en añadir altas cantidades de calcita cristalina.

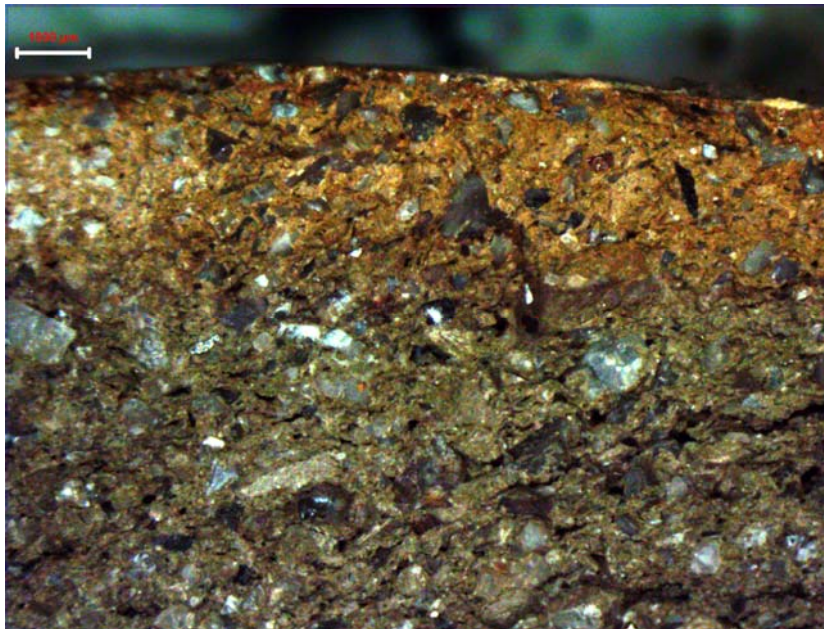


Figura 172. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza SM-627 mostrando una pieza compacta y de textura gruesa con abundantes fragmentos de calcita cristalina.

l) SM-625.

Químicamente, podemos señalar que, al igual que en el caso anterior, esta pieza del Bronce Final se ha aislado del resto de piezas del *Puig de Sa Morisca* y se ha agrupado, por mayor similitud geoquímica, con las de *Closos de Can Gaià*. Sin embargo, a nivel petrográfico esta pieza se ha mostrado claramente diferenciada con las piezas del Bronce Final de ambos yacimientos. De este modo, se ha optado por no introducir esta pieza en el grupo CLG-B1, puesto que distorsionaba arqueológicamente el grupo establecido. Las diferencias entre las piezas de los distintos yacimientos se traducen a nivel geoquímico en un mayor contenido de SiO₂ (57%) y Al₂O₃ (20%) en SM-625, elementos muy relacionados con la composición de los filosilicatos. También, presenta un contenido ligeramente mayor de TiO₂ que el detectado en las piezas de *Closos de Can Gaià*. Por el contrario, presenta un contenido bajo de CaO (11%). Esta composición química se traduce claramente en la semi-cuantificación realizada a partir de los difractogramas de DRX obtenidos, donde se documentan picos poco intensos de calcita (19%) y muy intensos de minerales de la arcilla (59%) y cuarzo (19%), minerales que contribuyen a aumentar la cantidad de Al₂O₃ y SiO₂.

Ópticamente, el análisis petrográfico constata una pasta que representa una rareza dentro del registro analizado de esta época, con una matriz arcillosa densa con micrita y muy pocas inclusiones que están pobremente ordenadas. En la matriz gruesa, destaca la ausencia de calcita cristalina, sólo se documentan escasos granos redondeados formados por calcita micrita, se trata de fragmentos de roca caliza de hasta 1000 µm muy mal ordenados en la pasta. También se documenta una cantidad escasa de cuarzo monocristalino subredondeado de muy pequeño tamaño y la presencia aislada de inclusiones de óxidos opacos. A diferencia de las piezas de SM-A1, no se han documentado microfósiles en la pasta. El examen con lupa binocular ha mostrado una textura anómala donde predominan unos pocos fragmentos de rocas de gran tamaño (Fig. 173) en la matriz que no se habían observado en lámina delgada. Ello indica, además, que se trata de una pasta muy heterogénea. En este caso, no se detectan granos de calcita cristalina en la pasta.

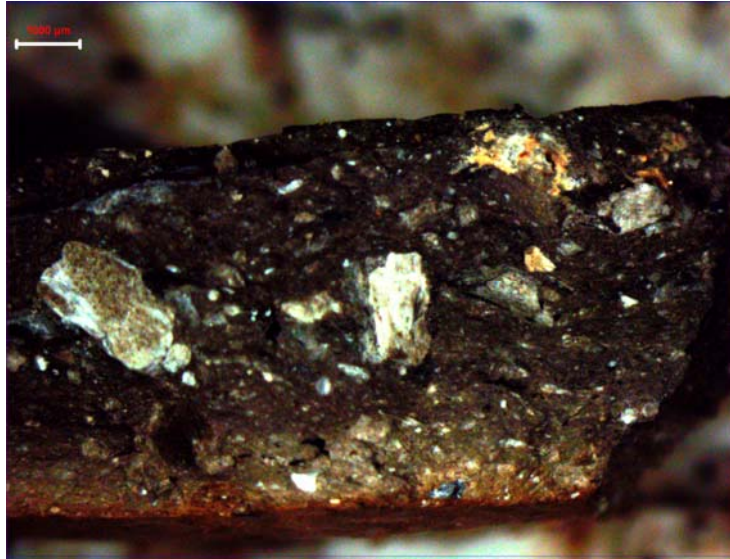


Figura 173. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza SM-625 mostrando una pasta heterogénea con algunos fragmentos de rocas.

m) SM-796.

Esta pieza es química y petrográficamente muy parecida a las producciones detectadas en *Puig de Sa Morisca*, las únicas diferencias se refieren a un contenido ligeramente mayor de Zn y menor de Zr. Petrográficamente, se ha mostrado muy parecida con un alto contenido de romboedros de calcita cristalina y una matriz arcillosa muy densa con muy poco cuarzo de tamaño muy fino. Sin embargo, el examen minucioso de la muestra ha podido consignar algunas singularidades. En lo que se refiere a la matriz gruesa presenta abundantes romboedros de calcita cristalina, aunque en esta pieza, la calcita cristalina tiene un tamaño de grano mayor, observándose algún fragmento de calcita policristalina de tamaño superior a los 3000 μm . Ello indica que, en esta pasta, la calcita evidencia una menor actividad en el proceso de trituración. Respecto a la matriz fina se detecta la presencia abundante de nódulos de arcilla (*clay pellets*) de color marrón (XPL) con una textura muy fina. En esta pasta no ha podido consignarse la presencia de microfósiles. De nuevo, todo parece indicar la utilización de un recurso arcilloso diferente al utilizado para fabricar la mayor parte de las piezas del *Puig de Sa Morisca*, que en todo caso fue desgrasado siguiendo el procedimiento habitual en este yacimiento.

n) SM-426.

Al igual que en los casos anteriores, la existencia de divergencias químicas con las piezas procedentes de *Puig de Sa Morisca* ha provocado la agrupación química de esta pieza con las del grupo CLG-B2. Las diferencias en esta pieza postalayótica se deben principalmente a un contenido ligeramente mayor de TiO_2 y Zn. Se trata de una pieza muy calcárea (CaO 39%) que ha presentado picos muy intensos de calcita en los diagramas de rayos X (76%). Al igual que en casos anteriores que muestran este rasgo característico, la observación al binocular de esta pieza ha revelado la existencia de abundantes cristales translúcidos de aspecto romboidal y anguloso que debe relacionarse con la presencia de abundante calcita cristalina en la pasta añadida como desgrasante (Fig. 174). Una vez más, todo parece evidenciar la utilización de un recurso arcilloso diferente al empleado para fabricar la mayor parte de las piezas del *Puig de Sa Morisca*, que en todo caso fue desgrasado siguiendo el procedimiento habitual en este yacimiento.

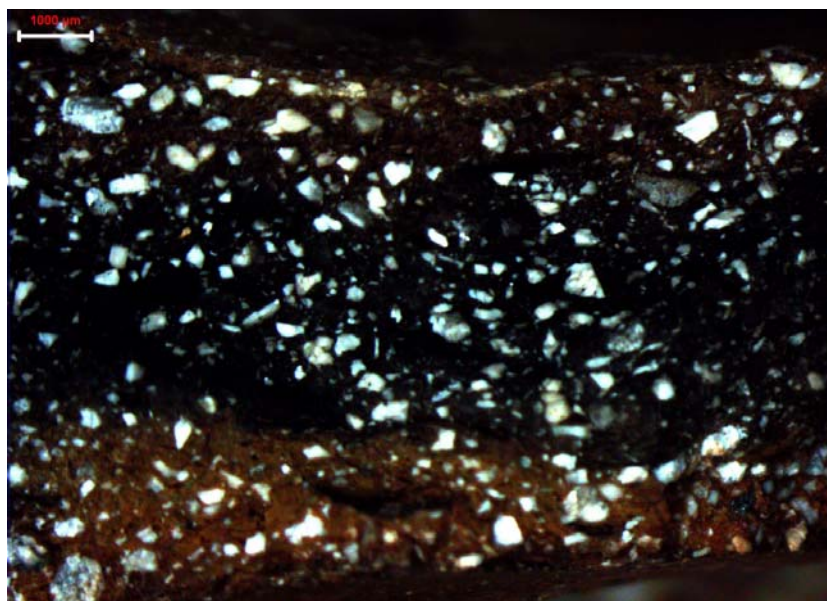


Figura 174. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza SM-426 mostrando una pasta muy compacta con abundantes cristales de calcita de color blanco de morfología angulosa.

o) TSB-6/81.

Al igual que en los casos anteriores, la existencia de divergencias químicas con las piezas procedentes del *Turó de les Abelles* ha provocado la agrupación química de esta pieza con el grupo CLG-B2. Esta pieza se caracteriza, respecto a las otras muestras de su yacimiento, por presentar un porcentaje mayor de SiO_2 , Zn, Rb y menor de TiO_2 , Fe_2O_3 y Zr. Por otro lado, hay que señalar que presenta más titanio que las piezas de las producciones del *Puig de Sa Morisca*. La pieza tiene además un bajo porcentaje de CaO (9%) que se traduce, claramente, en picos poco intensos de calcita en los diagramas de rayos X (33%). Texturalmente, presenta poco desgrasante y muy fino, donde sólo destaca algún fragmento de roca aislado muy grueso en la matriz de la pieza (Fig. 175). No se observan abundantes inclusiones translúcidas de aspecto romboidal, o bien no posee este desgrasante o su presencia es muy residual en la pasta. Estos datos remiten a la utilización de una arcilla calcárea para fabricar la pieza, sensiblemente diferente a las utilizadas normalmente en el *Turó de les Abelles*. Tecnológicamente, esta pieza no habría sido desgrasada utilizando desgrasante mineral y, los fragmentos aislados de roca podrían indicarnos una escasa preparación de la arcilla.

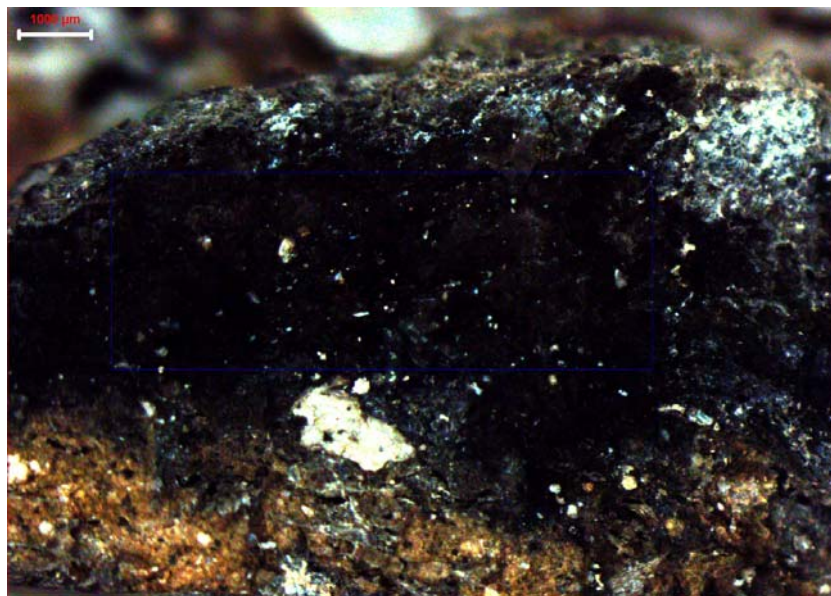


Figura 175. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-6/81 mostrando una pasta muy fina.

p) SM-280.

Esta pieza postalayótica se ha aislado del resto de piezas del *Puig de Sa Morisca* ya que se caracteriza por presentar unos niveles más altos de MgO, y muy bajos de Zn y Rb. La cantidad de CaO es muy alta (46%) y en los diagramas de rayos X ha mostrado unos picos de calcita muy intensos (74%). Sin embargo, a diferencia de las otras piezas, en lupa binocular presenta una pasta singular, muy compacta y en la que hay abundantes desgrasantes de color oscuro o negro, que se entremezclan con otros traslúcidos (Fig. 176). No estamos seguros de que estos granos negros puedan relacionarse con calcita, como sugieren los análisis de DRX, ya que este mineral no suele presentarse con este hábito y, tal vez, éstos puedan relacionarse con cerámicas trituradas. En todo caso, esta pieza requiere de un estudio petrográfico que esperamos pueda realizarse próximamente.

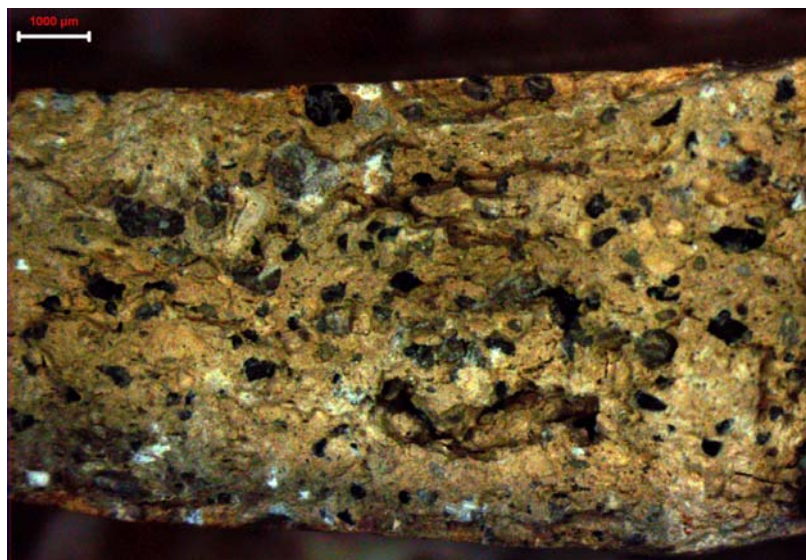


Figura 176. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza SM-280 mostrando una pasta muy compacta con abundantes granos de color oscuro-negro y otros de color blanco.

q) TSB-9/90.

Químicamente, la única diferencia que hemos podido observar en esta pieza respecto a las piezas de la producción SM-A1 con la que se encuentra muy cercana en el dendrograma, es la mayor presencia de Rb (187 ppm), el resto de la composición química es muy parecida a la de la Producción SM-A1 de la que podría considerarse un *outlier*. Es una pieza del *Turó de les Abelles* que destaca, al contrario de las producciones principales de este yacimiento, por una cantidad discreta de Fe_2O_3 (5.2%).

Además ha presentado niveles altos de CaO (31.54%), que tienen su correspondencia con unos picos intensos de calcita en los diagramas de DRX. El examen de la pieza con binocular ha revelado la presencia de algunos pocos cristales muy angulosos translúcidos o blancos de tamaño medio/grande mal ordenados por la sección. La pasta se muestra heterogénea, mal preparada y los desgrasantes, ordenados pobremente por la matriz (Fig. 177). Todo indica que esta pieza del *Turó de les Abelles*, a diferencia de las piezas de este yacimiento, se habría preparado con una materia prima calcárea muy parecida a la utilizada para el grueso de cerámicas del *Puig de Sa Morisca*. La cerámica muestra una fina capa de arcilla de color rosado en su superficie externa.



Figura 177. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-9/90 mostrando una pasta muy heterogénea y fina con unos pocos cristales de calcita de color blanco de morfología angulosa.

r) TSB-1/297.

Químicamente, esta pieza se ha asociado a una pesa de telar (TSB-8/33) y destaca por presentar niveles muy altos de K_2O y Rb. Es una pieza del *Turó de les Abelles* que se caracteriza, al contrario que la producción principal de este yacimiento, por una cantidad media de Fe_2O_3 (6.2%). La cantidad de CaO es moderada (20%). Mineralógicamente, destaca la presencia de picos intensos de calcita (41%), a pesar de no observarse una alta cantidad de cristales romboidales translúcidos. La cantidad de desgrasante mineral es muy escaso y se trata de una pieza con una textura fina.

Probablemente, esta intensidad de los picos de calcita obtenidos en los análisis de DRX debe relacionarse con una alta cantidad de calcita secundaria, vinculada con procesos tafonómicos, que se ha podido observar en el binocular infiltrándose en la matriz por los abundantes macroporos ocasionados por la presencia de materia orgánica (Fig. 178). En definitiva, a pesar de estar parcialmente contaminada y al igual que en la pieza TSB-9/90, todo indica, que esta pieza del *Turó de les Abelles*, a diferencia de las piezas de este yacimiento, se habría preparado con una materia prima calcárea parecida a la utilizada para el grueso de cerámicas del *Puig de Sa Morisca*. La cerámica muestra una fina capa de arcilla de color rosado en su superficie externa.

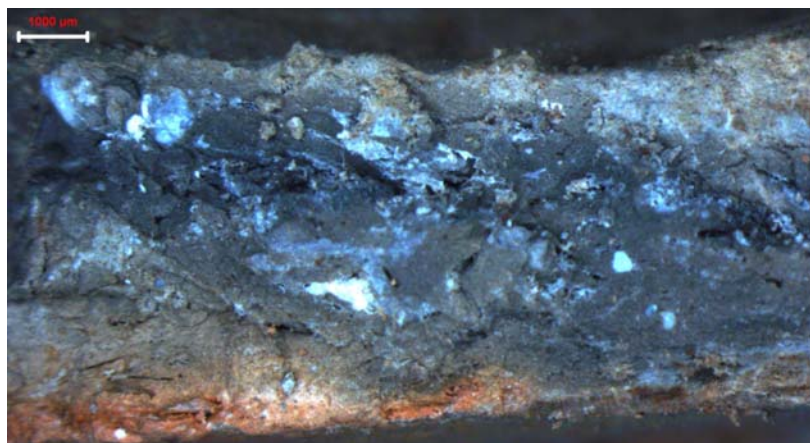


Figura 178. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-1/299 mostrando una pasta heterogénea y fina con abundante calcita secundaria relleno de los macroporos y unos pocos cristales aislados de color blanco.

s) SM-C-36.

A pesar de que esta pieza de finales del siglo II BC se ha agrupado en la Producción SM-A1, podemos constatar, al chequear los datos químicos, que existen diferencias significativas entre esta cerámica y las piezas de este grupo de referencia. Por un lado, esta pieza muestra niveles muy altos de Al_2O_3 (21%), SiO_2 (60.5%), K_2O (3.8%) y TiO_2 . Por otro lado, presenta una cantidad de CaO muy baja (3.6%), algo que se traduce en una cantidad de calcita muy baja (3.8%) y una alta cantidad de cuarzo (25%) que podría explicar el alto contenido de SiO_2 que se observa a nivel químico. También hay que decir, que tiene una matriz muy rica en minerales de la arcilla (67%), lo que explica el incremento de Al_2O_3 y SiO_2 . Finalmente, los diagramas de rayos X han mostrado picos ligeramente más intensos de feldespato potásico (3.6%).

El examen mediante binocular ha revelado una textura media/fina con algún cristal translúcido aislado de morfología romboidal (Fig. 179). Podemos asegurar que esta pieza no posee apenas calcita cristalina y la mayor parte del desgrasante debe asociarse con la presencia de cuarzo. Se trata de una pasta rara en comparación con el registro analizado del siglo IV BC del *Puig de Sa Morisca*; con total seguridad, esta pieza se realizó con una arcilla poco calcárea rica en arenas, que también pudieron añadirse artificialmente. En todo caso, muestra una tecnología de fabricación diferente a la observada en la práctica totalidad de piezas del *Puig de Sa Morisca*.



Figura 179. Microfotografía con binocular de la pasta del conjunto 36 del poblado de *Puig de Sa Morisca* mostrando una pasta fina con abundante cuarzo y materia orgánica.

t) TSB-9/91 y TSB-1/300.

Ambas muestras se han agrupado en la Producción SM-B1, pero la detección de importantes diferencias entre estas piezas y este grupo de referencia composicional ha planteado considerarlas como piezas aisladas o mal clasificadas. Químicamente, ambas muestras tienen niveles moderados de Fe_2O_3 (5-6%), sin embargo la muestra TSB-1/300 tiene un contenido de Zr alto (366 ppm), mientras la vasija TSB-9/91 destaca por presentar un contenido más alto de Rb (199 ppm). El resto de elementos, encajan bien con la composición observada en la Producción SM-B1. Entre TSB-9/91 y TSB-1/300, existe una gran diferencia en la cantidad de Al_2O_3 , respectivamente, 37.8 y 54.42%.

Como ya se argumentó anteriormente, esta variación parece estar estrechamente relacionada con las concentraciones de CaO de las muestras que es de 34.8% frente 13.8%. Los diagramas de DRX reflejan perfectamente esta dicotomía puesto que la pieza TSB-9/91 ha mostrado picos mucho más intensos de calcita (59%) frente a otros de menor entidad en la cerámica TSB-1/300 (23%). El examen petrográfico de esta pieza está en consonancia con las conclusiones químicas y mineralógicas, ha revelado una matriz con abundante materia orgánica (Fig. 180) compuesta principalmente de cuarzo monocristalino subredondeado de tamaño pequeño en una cantidad estimada cercana al 15%. También se documentan algunos romboedros de calcita cristalina en muy escasa cantidad (<5%) y pequeñas laminillas de moscovita detectables sólo a altos aumentos (100x). No se observan apenas opacos en la matriz ni hay ninguna inclusión opaca de gran tamaño. A juzgar por las observaciones realizadas con el binocular esta misma descripción sería asimilable también a TSB-9/91.

Podemos señalar una vez más que todo indica, que estas piezas del *Turó de les Abelles*, a diferencia de las piezas de este yacimiento, se habrían preparado con una materia prima muy calcárea y poco ferruginosa, más parecida a las utilizadas para el grueso de cerámicas del *Puig de Sa Morisca*. La cerámica TSB-9/91 muestra una fina capa de arcilla de color rosado en ambas superficies. También resulta interesante señalar que esta pieza se ha agrupado en el dendrograma con el ecofacto TSB-8/77 del que comentaremos su composición posteriormente, que en todo caso parece relacionarse también con sedimentos muy calcáreos.

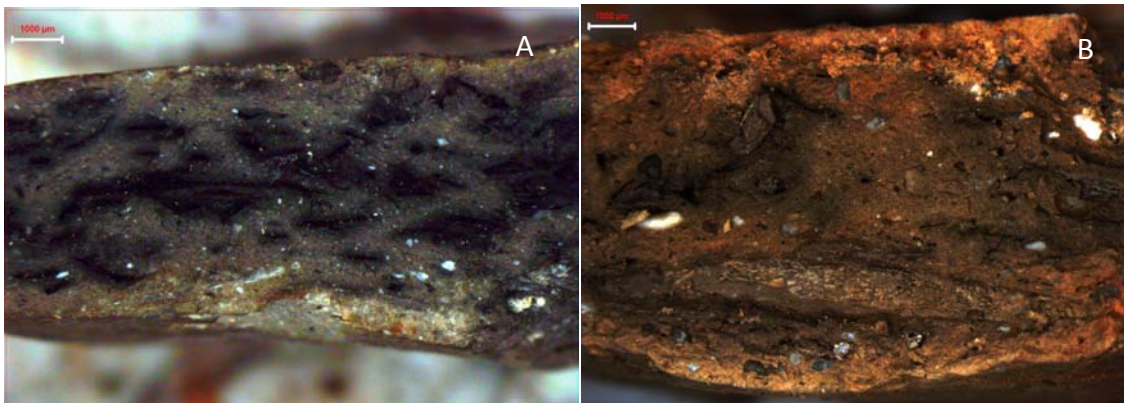


Figura 180. Microfotografía con binocular de la pasta de A) pieza TSB-1/300 y B) TSB-9/91 mostrando una pasta heterogénea y fina con abundante materia orgánica y escasas inclusiones minerales.

u) SM-473.

Esta pieza asilada destaca por presentar una sub-composición química con niveles muy altos de MgO (3.29%), CaO (38%) y K₂O (3.16%), por el contrario, la cantidad de Zn es muy baja. Petrográficamente, se trata de una pasta muy parecida a las de la Petrofábrica 1, ya que, en este caso, se documentan abundantes (30%) cristales romboédricos espáticos de calcita cristalina ordenada de forma seriada, de gran tamaño (1.400 µm) y de color muy variado, rosáceo, gris y blanco, muy bien orientados en paralelo a las superficies de la cerámica. Sin embargo, a diferencia de las cerámicas de la Petrofábrica 1, se documentan grandes inclusiones que deben relacionarse con la presencia de óxidos de hierro opacos. También se documentan algunos aglomerados de arcilla rica en óxidos de hierro. Finalmente, se ha podido identificar la presencia de bivalvos en la pasta lo que indica la utilización de un sedimento calcáreo depositado en un ambiente lagunar. En todo caso, para confeccionar esta cerámica se habría utilizado una materia prima de un origen diferente al observado para la mayor parte de piezas del *Puig de Sa Morisca* aunque se habría fabricado siguiendo las mismas pautas tecnológicas que en la mayoría de las vasijas de este yacimiento.

v) TSB-8/65.

Se trata de una pieza aislada con una cantidad considerable de Fe_2O_3 (8.75%) y una cantidad extremadamente alta de MgO (4%) que favorece su distinción respecto al resto de piezas del *Turó de les Abelles*, el CaO es moderado (20.7%). La cantidad de óxido de hierro detectada químicamente se plasma a nivel mineralógico ya que en los difractogramas de DRX se ha podido constatar la presencia de un pequeño pico de maghemita. La cantidad de calcita observada, en los diagramas de DRX, también es media (49%). Texturalmente, es una pieza con poco desgrasante mineral (2.5%) y abundante desgrasante vegetal (12%), se trata pues de una vasija con una pasta fina donde se observan escasos cristales translúcidos de morfología romboidal. Si bien, resulta una pasta atípica dentro del *Turó de les Abelles*, resulta consistente para ser incluida dentro del grupo genérico de piezas con pastas ricas en hierro típicas de este asentamiento.

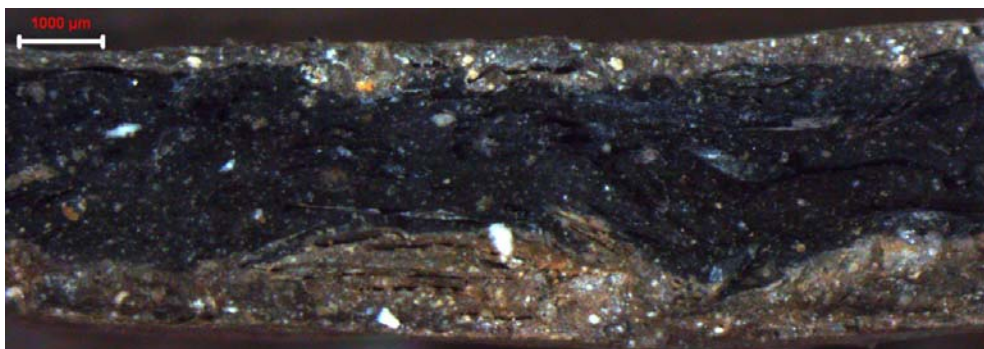


Figura 181. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-8/65 mostrando una pasta fina con escasos desgrasantes minerales.

w) SM-386.

Esta pieza aislada destaca, químicamente, por presentar una cantidad muy alta de MgO (3%) y CaO (44%). Esta alta cantidad de CaO está correlacionada con la intensidad del pico principal de calcita (95%) obtenido en el diagrama de DRX. Esta fase presenta tal intensidad en el difractograma que apenas permite observar la presencia de picos ligados a otras fases. El examen óptico con binocular ha podido documentar una pasta compacta y homogénea con una gran cantidad de cristales romboidales translúcidos, blancos o grises de tamaño medio/grueso (Fig. 182).

Algunos cristales presentan el mismo hábito oscuro observado en la pieza SM-286. También se documenta algún fragmento de roca. Se puede sugerir con cierta seguridad a partir de estas observaciones, la adición de calcita cristalina en abundancia en esta pieza, como resulta habitual en el *Puig de Sa Morisca*. Por contra, probablemente se utilizó una materia prima diferente a las empleadas para fabricar las piezas de la producción SM-A1 y SM-B1.

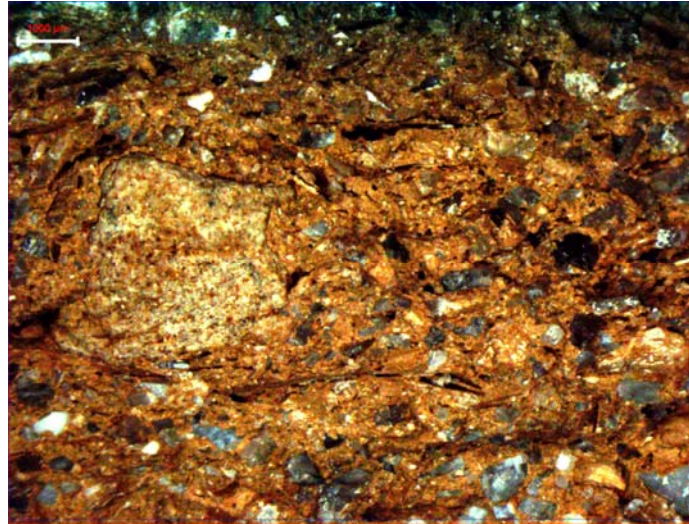


Figura 182. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza SM-386 mostrando una pasta muy compacta con abundantes granos angulosos de color translúcido, grises y blancos. También se observa algún fragmento de roca.

x) SM-180.

La exclusividad de esta muestra tiene su reflejo a nivel geoquímico, ya que no ha podido ser asimilada a ningún grupo de referencia. Además, esta pieza introducía gran variabilidad en el conjunto de los datos químicos. Químicamente, es una pieza con una cantidad ligeramente alta de MgO (1.79%) y ligeramente baja de TiO₂. Petrográficamente, se observan diferencias más acusadas. La matriz se compone principalmente (20%) de inclusiones con ordenación seriada bien orientadas y ordenadas inferiores a 1000 µm formadas por calcita micrita o calcita espática mostrando claros indicios de re-cristalización. La morfología de los granos indica que se pudo utilizar una brecha para desgrasar la pieza.

Por otro lado, la cantidad de cuarzo monocristalino se incrementa (15%) respecto a lo observado en las otras pastas del *Puig de Sa Morisca*, siendo también de un tamaño pequeño 400 μm pero predominando más arenas finas. Se documenta en la superficie externa una capa gruesa de arcilla más depurada y de un tono más claro que la matriz en la zona del núcleo. Esta pieza no presenta romboedros de calcita cristalina.

Finalmente, en la matriz se ha podido identificar la presencia de foraminíferos planctónicos no identificados y algunos nódulos de arcilla de morfología redondeada y tamaño considerable (2 mm) con una textura compuesta exclusivamente por cuarzo muy fino. Ello podría resultar indicativo de que se han utilizado arcillas calcáreas de origen marino/lagunar, ricas en microfósiles planctónicos, características del área de la albufera de *Santa Ponça*, del Cretácico o del Paleógeno. Estas arcillas muy finas habrían sido mezcladas con arenas calcáreas o brechas, para fabricar las piezas.

14. ANÁLISIS DE MATERIALES ARCILLOSOS NO CERÁMICOS.

Introducción.

Ya se señaló al explicar la estrategia de muestreo que se habían seleccionado, además de vasijas cerámicas realizadas a mano, varios objetos arcillosos cerámicos de diversa índole, desde adobes a material impermeabilizante y pesas de telar. Si bien, ya se ha detectado que se utilizan diferentes materiales en la fabricación de los artefactos cerámicos, la finalidad de incluir este tipo de objetos en el estudio tiene el objetivo de realizar un acercamiento más global a la explotación de los variados recursos arcillosos disponibles en el territorio. Ello se realiza incluyendo en el análisis otros artefactos que, en principio, requieren de diferentes materiales de partida, es decir con diferentes características para ejercer su función. Además de mejorar nuestra percepción y conocimiento acerca de la explotación de los recursos arcillosos realizada por las comunidades prehistóricas podemos conocer qué estrategias tecnológicas emplean las mismas para, a partir de una serie de materiales limitados disponibles, satisfacer sus necesidades (Albero y García Amengual 2009).

En este punto, se han dividido analíticamente aquellos materiales arcillosos no cerámicos en dos grandes bloques dependiendo de la función con la que se relacionan. Por un lado, se han situado los datos obtenidos de distintos materiales arcillosos empleados para la construcción de estructuras, tanto muestras arcillosas utilizadas para impermeabilizar cubiertas como adobes. Por otro lado, se han englobado en un grupo heterogéneo otros materiales que deben asimilarse a diferentes funciones, que hemos denominado “otros materiales”. En este apartado se concentran, caracterizados individualmente, desde dos supuestas pesas de telar y una pica de arcilla, a ecofactos arcillosos hallados en el *Turó de les Abelles* y *Closos de Can Gaià*.

14.1. Material de construcción.

14.1.1. Impermeabilización de cubiertas.

Se trata de fragmentos de barro que presentan improntas de troncos y otras fibras vegetales de gran tamaño. Sus características y el contexto de su hallazgo, en los niveles de ocupación más superficiales, sugieren que estos ecofactos de barro se relacionan con el material utilizado para impermeabilizar las cubiertas de materia vegetal que techaban las edificaciones estudiadas. En total, se ha dispuesto de seis muestras del Navetiforme I de *Closos de Can Gaià*, cuatro muestras de la Torre I del *Puig de Sa Morisca* y una del patio porticado del Sector 1 del *Turó de les Abelles*.

Dentro de los materiales relacionados con la impermeabilización de cubiertas en los diferentes yacimientos y áreas estudiadas se han constatado grandes diferencias en cuanto a sus rasgos composicionales. Por un lado, se han podido consignar importantes divergencias mineralógicas, tanto cualitativas como cuantitativas. Por otro lado, se ha comprobado una relación entre estas diferencias composicionales y la gama cromática que presentan los materiales. En función de estos atributos podemos distinguir dos grupos que se relacionan con materias primas diferentes que presentan características muy distintas, unos asociados a margas calcáreas y otros a depósitos de *terra rossa*.

a) Materiales del Bronce Final de *Closos de Can Gaià*.

Los distintos materiales de la cubierta del navetiforme que han sido analizados se han mostrado muy característicos y extremadamente parecidos en su composición mineralógica (Tabla 9). Éstos se caracterizan por presentar una alta cantidad de filosilicatos (60-70%) en su composición mineralógica, tratándose esencialmente de illita y moscovita. Dentro del material de relleno, hay que destacar una alta cantidad de cuarzo (24-28%) y, en menor cantidad, feldespato potásico (3.6-5.6%) y plagioclasas (<2%). Los difractogramas de rayos X se caracterizan por la práctica ausencia de picos de calcita. Si éstos se detectan es en una cantidad muy baja, inferior al 5%. La textura de las muestras, examinada mediante lupa binocular, nos indica un sedimento muy fino sin apenas material grueso (arenas y gravas).

El análisis petrográfico de una de estas muestras (CLG-Mc 6), evidencia una matriz muy porosa de color marrón-rojizo (PPL-XPL), con un contenido entre 3-5% de óxidos opacos de color negro-marrón de hasta 300 μm de tamaño. La alta porosidad (15-20%) se relaciona con la abundante presencia de materia orgánica constatada en la muestra, ésta es observable claramente mediante binocular e incluso macroscópicamente. La materia orgánica presenta un tamaño y una morfología muy variada, se documentan desde tallos muy largos y finos a otros cortos y gruesos. La matriz es muy rica en inclusiones minerales de tamaño fino muy bien ordenadas (Fig. 183a), se componen básicamente de cuarzo monocristalino subredondeado o redondeado (25%) de un tamaño inferior a 100 μm , siendo la fracción predominante la de 50 μm . La escasa calcita que se documenta (<3%) es de tipo microespático y se concentra en algunos poros de la muestra. Finalmente, hay que resaltar la presencia minoritaria (2%) de laminillas de moscovita de pequeño tamaño (<70 μm).

Esta descripción encaja bien con los datos procedentes del estudio de micromorfología de suelos efectuado en el yacimiento donde se indica en relación a este nivel “*un material de construcción no cocido, donde se ha seleccionado la matriz formada por material fino (limos y arcillas) se ha humedecido con agua (porosidad vesicular) y se han mezclado restos vegetales*” (Bergadà *et al.* inédito).

Las muestras han mostrado una coloración roja muy intensa (Fig. 183b) en las tablas de color *Munsell* (2.5YR5/6 y 10R5/6). Todos los datos indican que en este caso no se utilizaron margas, materia prima local muy abundante, sino que, dentro de la geología local, esta composición parece más relacionada con la utilización de suelos de *terra rossa*, sedimentos con una baja cantidad de carbonatos. Los suelos cuaternarios de *terra rossa*, son típicos de ambientes calcáreos donde dominan los procesos cársticos. En lámina delgada, estos suelos presentan un color rojo oscuro con una matriz arcillosa muy rojiza, rica en hierro y carente de inclusiones, con excepción en algunas ocasiones, de granos de cuarzo y nódulos calcáreos de origen pedogénico, como caliches (Tucker 1991: 103; Spataro 2002: 36; Shoval *et al.* 2006; Swift 2006).

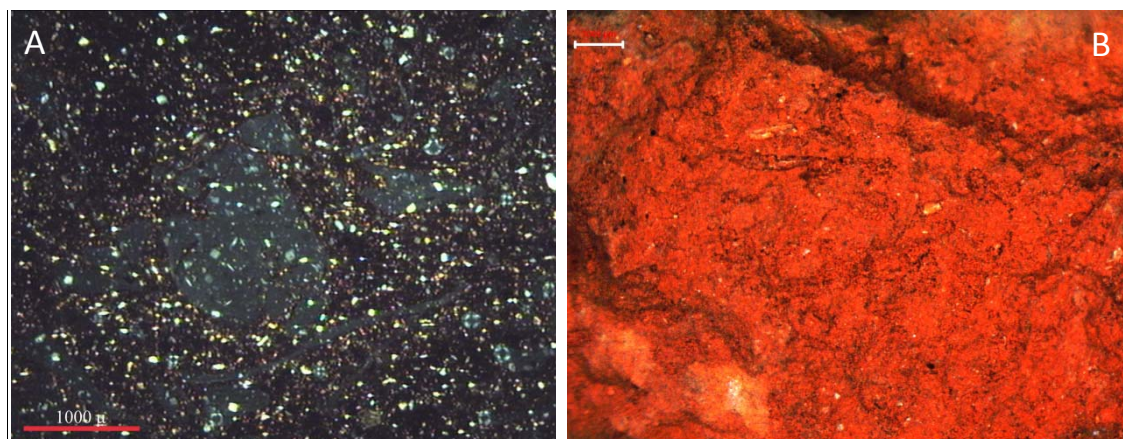


Figura 183. Microfotografías de la muestra de cubierta CLG-97-MC-6 A) lámina delgada de la muestra donde se observa una matriz rica en cuarzo muy bien ordenado (XPL). B) coloración rojiza y textura fina de la misma muestra observada con lupa binocular.

b) Materiales Postalayóticos del área de *Santa Ponça*.

Este grupo de piezas presenta características mineralógicas y cromáticas muy parecidas entre sí y son completamente distintas a las observadas en las muestras del grupo anterior (Tabla 9, Fig. 184 y 186). Las muestras de este grupo son de color rosado o marrón muy claro (7.5YR 7/3 y 10YR 8/4). Estos materiales se caracterizan por una cantidad muy baja de filosilicatos (<17%) en su composición tratándose esencialmente illita y moscovita.

Esta baja cantidad de filosilicatos, evidencia la escasa plasticidad que presenta la materia prima seleccionada, siendo un producto no apto para la producción de cerámica, donde es necesario al menos un 35% de minerales de la arcilla (Arnold 1993: 150). Dentro del material de relleno, hay que destacar una baja cantidad de cuarzo (<5.5%) y la presencia accesorio de feldespato potásico. Los diagramas de rayos X se caracterizan por la presencia de picos muy intensos de calcita (75-85%) que, dado que no se ha constatado la presencia de ningún desgrasante mineral en la pasta, deben asociarse a una alta cantidad de granos de carbonatos y/o calcita cementada, presentes de forma natural en los depósitos.

Finalmente, debemos añadir a esta composición básica la presencia de aragonito a 3.40 Å en el difractograma de DRX de la muestra de cubierta analizada procedente del *Turó de les Abelles* (Fig. 185). Esta muestra, ya se agrupó claramente diferenciada de las cerámicas del mismo yacimiento en los análisis químicos mediante FRX realizados. Las diferencias son claras en muchos elementos, especialmente presenta cantidades notablemente inferiores de Al_2O_3 , SiO_2 , K_2O , TiO_2 , Fe_2O_3 , Cl y Zr. Por el contrario, presenta cantidades mucho más altas de MgO, CaO y Sr. La cantidad de Sr más alta puede relacionarse con la presencia de aragonito, ya que en este mineral el calcio puede reemplazarse por estroncio (Nesse 1991: 148). Podemos asegurar que, para realizar la cubierta de la Torre I del *Puig de Sa Morisca* y de parte del patio del Sector 1 del *Turó de les Abelles*, se utilizaron depósitos muy calcáreos asociados a margas, concretamente a calizas margosas. Estos sedimentos pudieron proceder, en el caso de la muestra con aragonito, de depósitos cuaternarios localizados en un entorno de albufera.

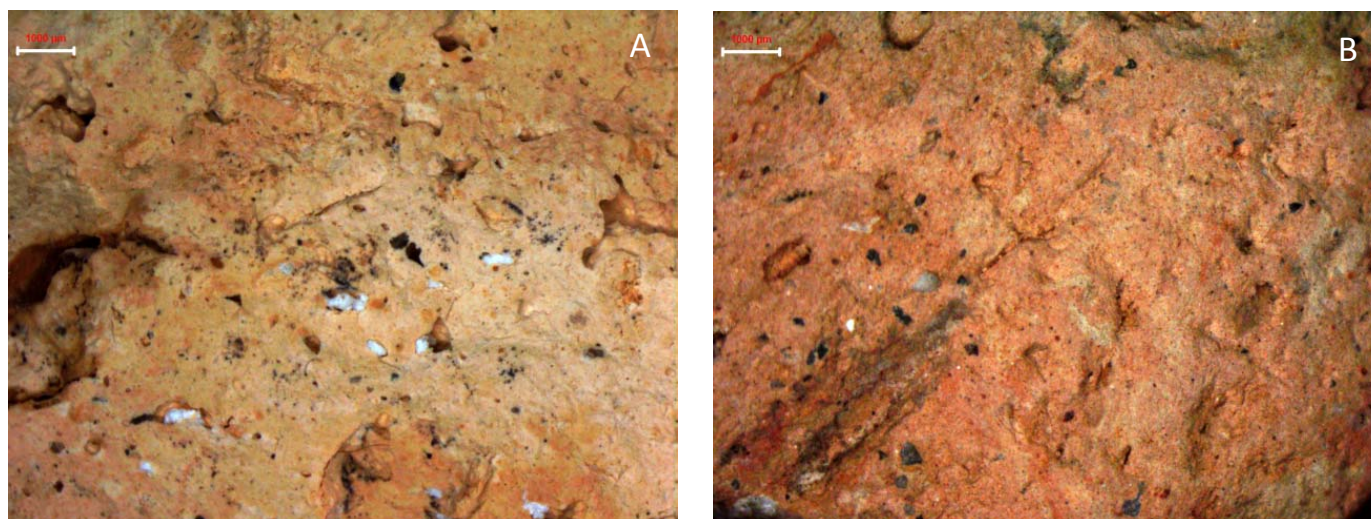


Figura 184. Microfotografías de adobes del área de *Santa Ponça*. A) Muestra de cubierta del *Turó de les Abelles* (TSB-1) de tono claro y con algunas inclusiones blancas. B) Muestra SM-98 Conjunto 1051, mostrando una coloración rosada y una textura fina.

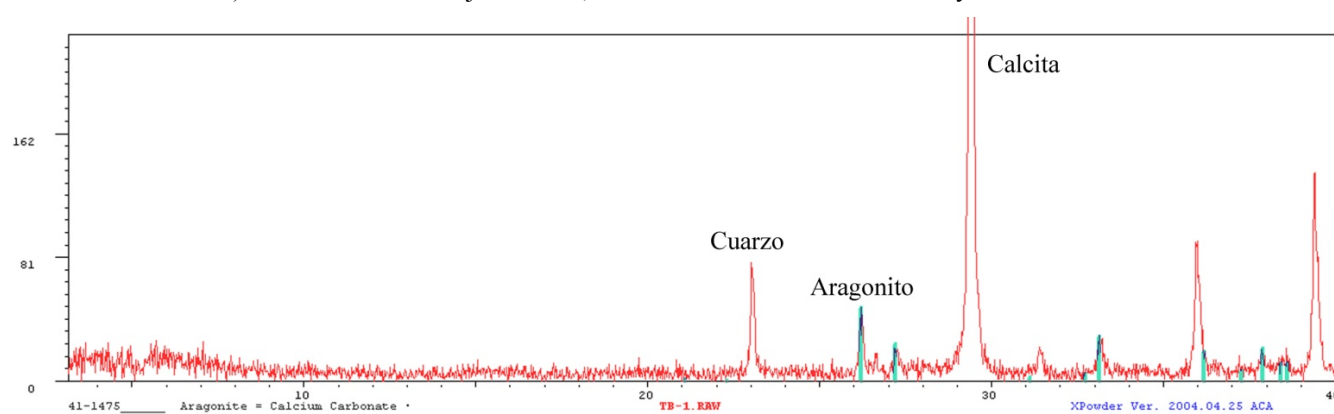


Figura 185. Difractograma (muestra total) de la muestra TSB-1 con la presencia de aragonito y la ausencia de filosilicatos.

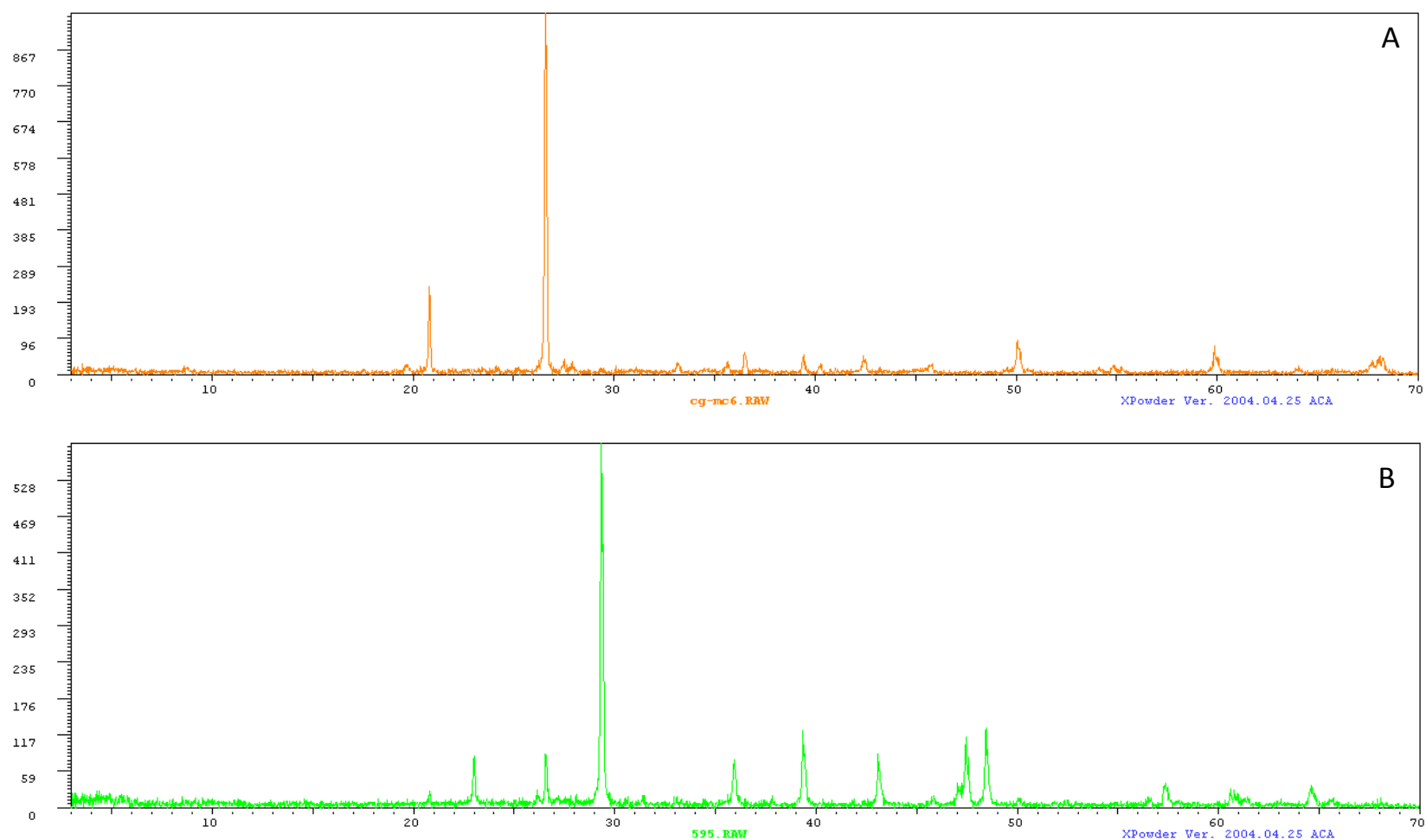


Figura 186. Difractograma de rayos X (muestra total) con dos tipos de materiales mineralógicamente diferenciados A) muestra CLG-97-mc-6 con un pico muy intenso de cuarzo, algunos feldspatos y la ausencia de calcita. B) muestra SM-98 Conjunto 595, con un pico muy intenso de calcita y con una menor intensidad del pico de cuarzo.

14.1.2. Adobes.

Los adobes analizados son todos de color rosado pálido (7.5YR 7/1 a 7/4) proceden, seis de ellos, de niveles postalayóticos del poblado del *Puig de Sa Morisca* y uno del Sector 4 del *Turó de les Abelles*. El análisis de DRX muestra la utilización de una materia prima muy semejante a la documentada en esta área como material impermeabilizante de cubierta (Tabla 9 y Fig. 190). Se detecta una baja cantidad de filosilicatos, illita-moscovita (<35%), y aunque de modo variable, una alta concentración de calcita (50-90%). La cantidad de cuarzo es muy baja (<11%) y se detecta la presencia accesoria de feldespatos potásico y plagioclasas (<3%). Finalmente, en la muestra TSB-4/66 (Fig. 188) se han detectado picos poco intensos (<2%) de dolomita (2.88 Å).

El análisis petrográfico de este último adobe, hallado en el *Turó de les Abelles* (TSB-4/66), muestra una matriz óptimamente activa de color marrón (PPL-XPL), con abundantes inclusiones y una porosidad baja, en el perímetro de los poros de la matriz se detecta calcita micrita. Se observan inclusiones de roca caliza (15%) mal ordenadas muy redondeadas formadas por calcita micrita o microespática. Lo más usual son las inclusiones por debajo de las 500 µm de longitud, aunque se documentan otras de hasta 1400 µm. También se observan algunos pocos cristales de dolomita (3%), tanto aislados en la matriz como reemplazando de forma selectiva algunos de los granos de caliza (Fig. 187b). Los cristales de dolomita poseen una morfología romboidal y hasta 260 µm de diámetro. Se trata de una materia prima abundante (10%) en cuarzo monocristalino y policristalino subangular y subredondeado, algunos de ellos son de tamaño grande. Finalmente, se detectan algunos granos de plagioclasas inferiores a 100 µm. El examen de las muestras con binocular, muestra una pasta muy heterogénea abundante presencia de limos y arenas (Fig. 187a y 189). Se ha documentado, además, la presencia de algunas fibras de materia orgánica y restos de gasterópodos de más de 10 mm que, por su tamaño, no se habían observado en lámina delgada. En la sección se observan también con binocular concentraciones de soluciones de color blanco que deben relacionarse con fases postdeposicionales, probablemente vinculadas con la calcita secundaria detectada petrográficamente en los poros.

Químicamente este adobe del *Turó de les Abelles* ha mostrado una composición asociada al uso de margas, con un 45 % de CaO. El nivel de CaO de este adobe se sitúa en una posición intermedia entre la muestra de cubierta y las pesas de telar de este yacimiento. El resto de elementos también muestran valores intermedios, esto unido a que esta pieza se separó del resto en el dendrograma inicial realizado, constituyendo un *loner* y aumentando la variabilidad en los datos, indica que, probablemente, se utilizó una materia prima de un origen distinto a la utilizada como material de cubierta. Esta diferenciación está corroborada por algunas de las fases mineralógicas singulares, aragonito y dolomita, presentes, respectivamente, en los distintos materiales de construcción. Como veremos a continuación, este adobe también se diferencia composicionalmente de las pesas de telar y de las cerámicas analizadas. En cualquier caso, se trata de un material poco apto para la fabricación de cerámicas, ya que la escasa cantidad de minerales de la arcilla que están presentes en la pasta habría hecho muy dificultosa su utilización, al tener una baja plasticidad, para la producción de cerámica.

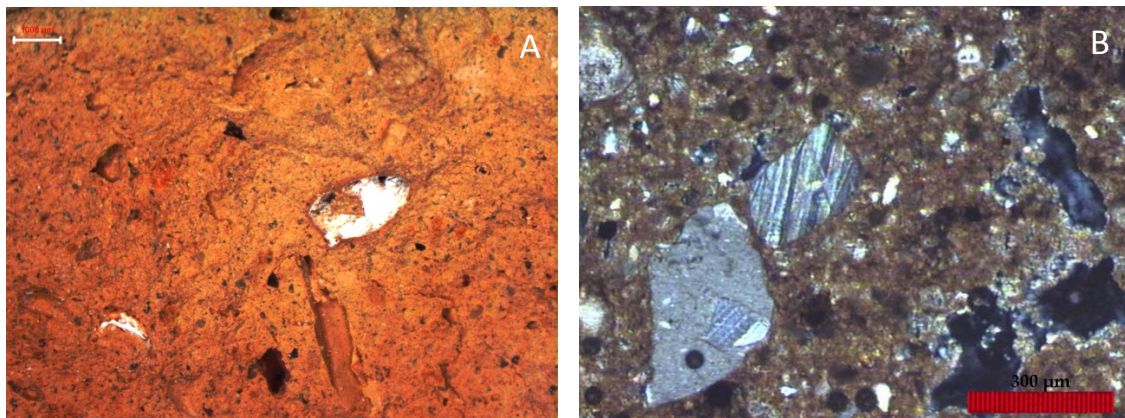


Figura 187. Microfotografías del adobe TSB-4/66 A) con lupa binocular mostrando una pasta de tono rosado con textura muy fina y concentraciones de calcita secundaria B) TSB-4/66 en lámina delgada y nicoles cruzados donde se pueden observar cristales de dolomita reemplazando fragmentos de calcita, también se aprecian poros con calcita micrita.

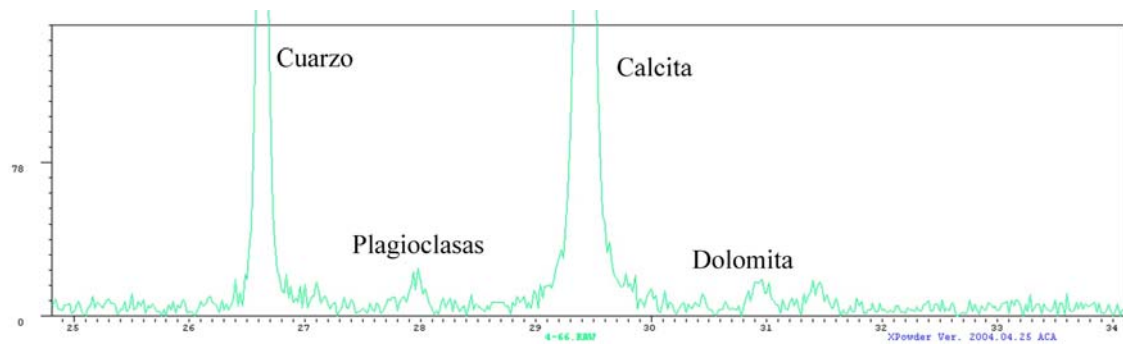


Figura 188. Diagrama de rayos X (muestra total) mostrando la composición mineralógica básica con presencia de dolomita de la muestra TSB-4/66.

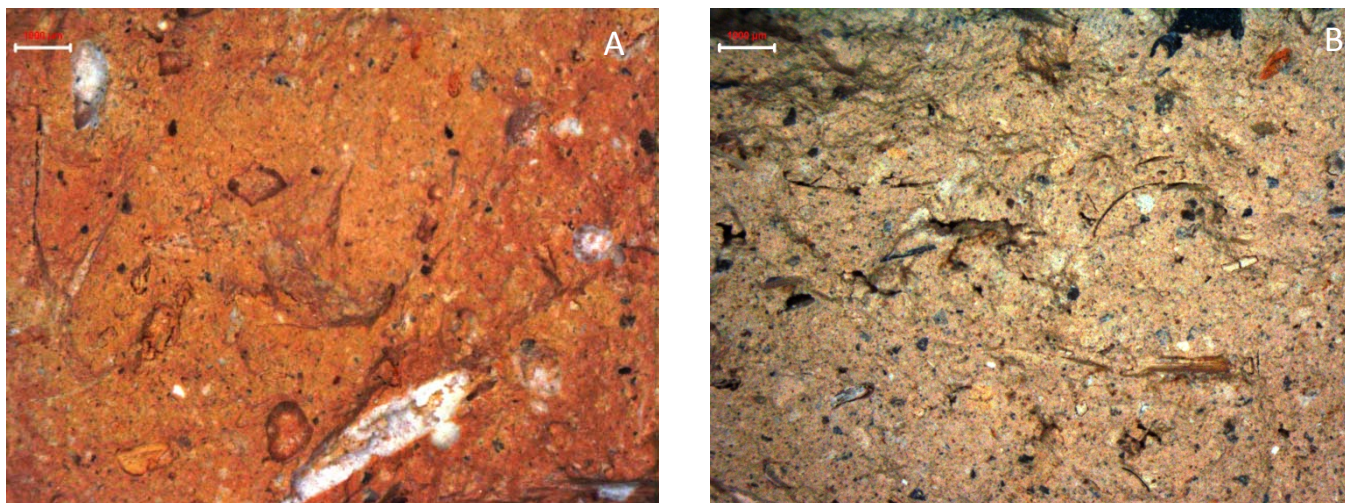


Figura 189. Microfotografías de adobes del *Puig de Sa Morsica*. A) Muestra SM-08 Conjunto 199, mostrando algunas inclusiones finas y un aspecto muy parecido al adobe del *Turó de les Abelles*. B) Adobe SM-08 Conjunto 163, donde se observa una matriz de color marrón claro con inclusiones vegetales y minerales de pequeño tamaño.

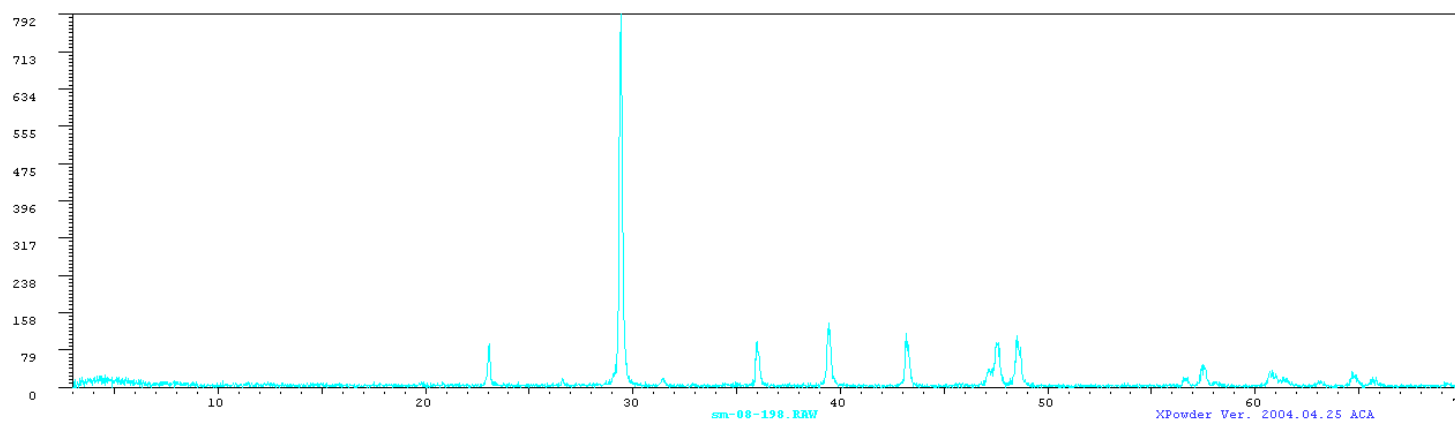


Figura 190. Diagrama de rayos X (muestra total) mostrando la composición mineralógica del adobe SM-08 Conjunto 198 con la casi exclusiva presencia de picos de calcita.

14.2. Otros materiales.

14.2.1. Pesas de telar.

Las pesas de telar analizadas han sido únicamente dos, principalmente, debido a la imposibilidad de obtener muestra para análisis del resto de individuos hallados en el *Turó de les Abelles*. Ello se debe a las limitaciones impuestas e insalvables que ya han sido expuestas en el apartado referido a la estrategia de muestreo. Por otro lado, la cantidad de muestra disponible de las pesas seleccionadas imposibilitó la realización de láminas delgadas, los análisis se redujeron a la determinación de la composición química y mineralógica básica mediante FRX y DRX así como a su examen óptico con microscopio estereoscópico.

La composición mineralógica y química de estas pesas de telar, del Sector 4 (TSB-4/43) y el Sector 8 (TSB-8/33) se ha revelado extremadamente similar en ambas piezas, no existen apenas diferencias (Tabla 9). Ambas piezas han mostrado una pasta muy fina, sin desgrasantes añadidos, y con tonos rosados entremezclados con otros rojizos (7.5YR 7/4 o 6/3) (Fig. 191 y 192). Si bien la pasta de ambas pesas es similar, éstas son notablemente distintas del resto de artefactos arcillosos no cerámicos analizados. Podemos señalar una cantidad (44-47%) moderada de filosilicatos, básicamente illita y moscovita, por lo que esta pasta podría haber sido, por su grado de plasticidad, utilizada para la fabricación de cerámica. Los picos de calcita son menos intensos y la cantidad de este mineral (35%) es sensiblemente inferior a la observada en los adobes y en el barro de cubierta hallados en el área de *Santa Ponça*. Todo ello indica que, en este caso, las piezas no se fabricaron con calizas margosas sino con arcillas margosas. La cantidad de cuarzo de la muestra es muy homogénea y moderada (12-13%) y, finalmente, se documenta la presencia accesorio (<3%) de feldespatos. En la pesa TSB-4/43 se han observado también picos poco intensos de dolomita (Fig. 193).

Químicamente, se trata de individuos muy parecidos entre sí (Cuadro 44) que se han agrupado en el grupo SM-A1, por lo que, probablemente, la fuente de materia prima debió tener un origen geoquímicamente muy parecido para ambas, y a la vez muy similar con el observado para las cerámicas del *Puig de Sa Morisca* de la producción SM-A1.

El aspecto que se señalaba antes en la cantidad de filosilicatos de las pesas respecto a otro tipo de artefactos arcillosos se plasma químicamente, ya que las cantidades de Al_2O_3 y SiO_2 son muy parecidas a las de las cerámicas (Cuadro 45). Las diferencias en este sentido con el adobe y el barro de cubierta son significativas. Por un lado, las pesas de telar se caracterizan respecto al grupo principal de piezas cerámicas del *Turó de les Abelles* (TSB-A) por presentar niveles más bajos de Fe_2O_3 , TiO_2 , Zr y Cl, en cambio, como sucedía con las muestras de *Puig de Sa Morisca*, han mostrado mayores concentraciones de K_2O . Por otro lado, estas dos pesas de arcilla cruda han mostrado una composición química muy parecida a la de la arcilla del Paleógeno recogida en las inmediaciones del *Turó de les Abelles*, especialmente son parecidos los porcentajes de MgO, Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 , Fe_2O_3 y Zr (Cuadro) ello podría indicarnos la utilización de esta arcilla muy asequible en el rango de explotación preferencial del yacimiento.

Cuadro 44. Elementos mayoritarios y minoritarios (% peso) y elementos traza Sr, Rb, Zr, Ba, Y, Cl (ppm) de las pesas de telar del *Turó de les Abelles*.

Muestra	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_2O_5	SO_3	K_2O	CaO	TiO_2	Fe_2O_3	Sr	Rb	Zr	Ba	Y	Cl
TSB-4/43	1,296	17,883	48,457	0,452	0,147	3,280	21,442	0,780	4,959	438	168	206	754	28	4320
TSB-8/33	1,448	16,616	49,446	0,455	0,166	3,631	17,460	0,762	5,449	364	192	164	712	23	2930



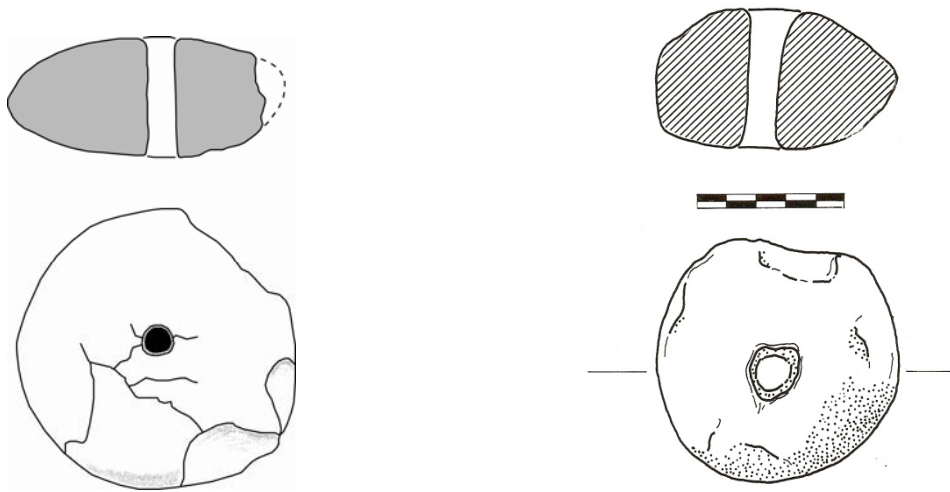


Figura 191. Fotografía y dibujo de las pesas de telar con pastas abigarradas de color rosado, A) TSB-8/33 (Dibujo y foto J. García Rosselló). B) TSB-4/43 (Dibujo: Camps y Vallespir 1998, Foto: J. García Rosselló).

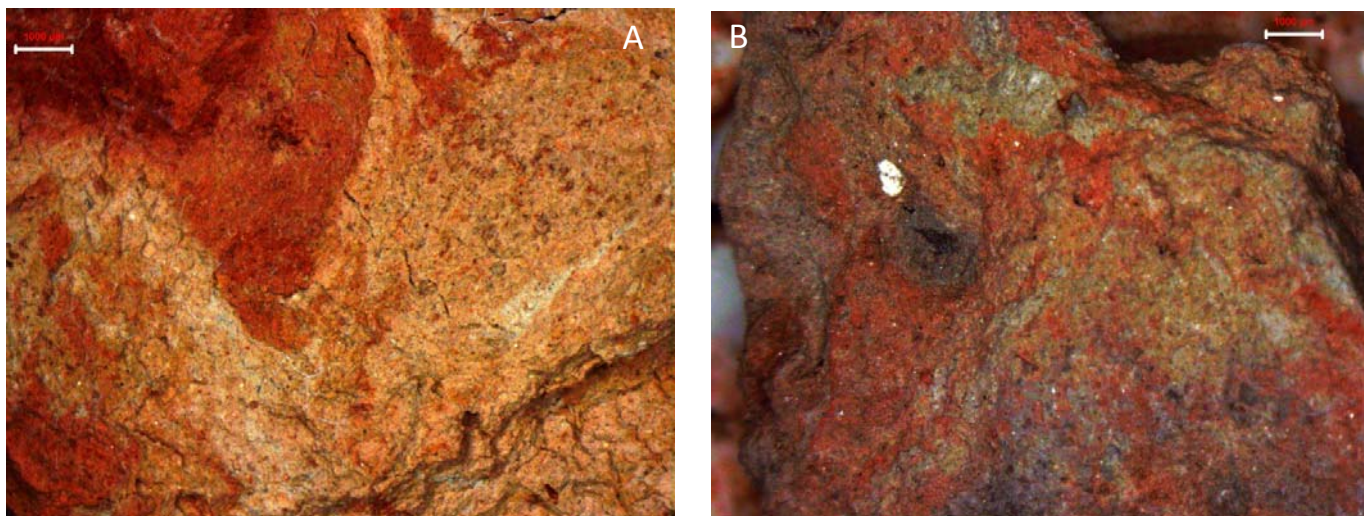


Figura 192. Microfotografías de las pesas de telar del *Turó de les Abelles* con una pasta donde se intercala arcillas de diferente tonalidad, unas más rojizas con otras más claras. A) Muestra TSB-4/43. B) Muestra TSB-8/33.

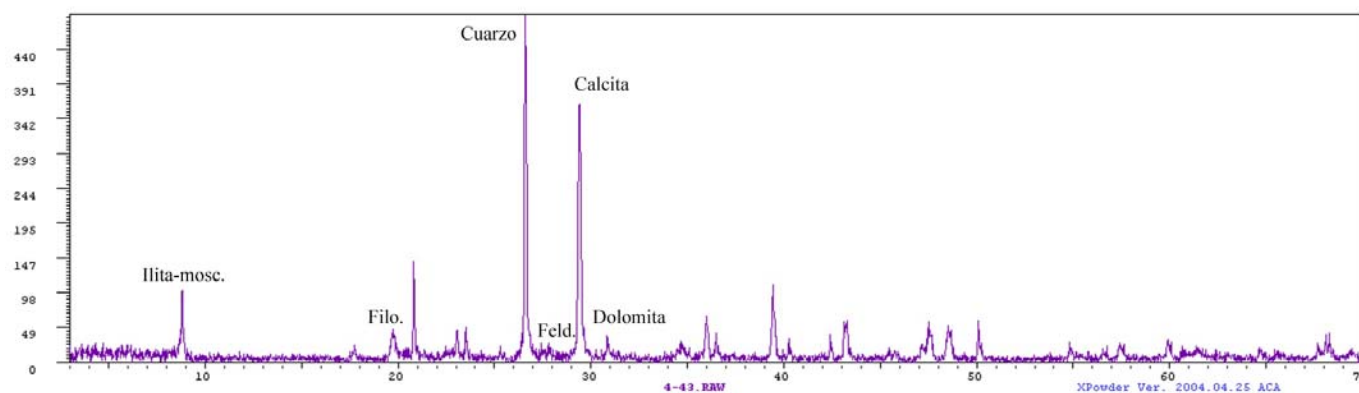


Figura 193. Diagrama DRX (muestra total) mostrando la composición mineralógica de la pesa TSB-4/43 donde destacan picos intensos de filosilicatos y la presencia de dolomita.

14.2.2. Ecofactos de arcilla.

Se trata de dos ecofactos (Fig. 194) del *Turó de les Abelles* hallados en el Sector 8, uno es un fragmento de barro doblegado (TSB-8/78) (Fig. 195), y el otro, es un fragmento de barro con forma semicircular, donde se observa la impronta de un gran tronco, que se presenta con una coloración negruzca (TSB-8/77). Ambas piezas de barro han presentado una composición mineralógica y química, así como una gama cromática (5YR 7/4) parecida (Tabla 9, Cuadro 45). Sin embargo, se observan ciertas diferencias, básicamente en la intensidad de los picos de filosilicatos (Fig. 196), mientras la pieza TSB-8/78 ha mostrado picos muy poco intensos, el artefacto TSB-8/77 presenta unos picos de illita moscovita bien definidos. Otra diferencia significativa se relaciona con el porcentaje de K_2O , que ha sido más alto, prácticamente el doble, en la pieza TSB-8/77. Este incremento coincide con una mayor incidencia de la illita en la muestra. Lo mismo sucede con el Rb que se triplica (181 ppm) en TSB-8/77 respecto a TSB-8/78 (51 ppm).

Estos ecofactos muestran una textura fina y son de un color rosado que, al igual que en las pesas de telar, en la pieza TSB-8/77 se entremezcla con franjas rojas y negras (Fig. 194) relacionadas, tal vez, con un proceso de reducción de la pasta durante algún tipo de calentamiento. Las piezas de barro se han realizado a partir de margas o arcillas margosas en el caso de TSB-8/77. Esta pieza se ha agrupado como *outlier* con el grupo químico SM-B1 adscrito a cerámicas del *Puig de Sa Morisca*, donde se han situado también algunas vasijas del *Turó de les Abelles* mal clasificadas. En cambio, la pieza TSB-8/78 se ha mostrado absolutamente diferente a las producciones establecidas y se ha agrupado con cerámicas que representan producciones aisladas o *loners*.

Podemos sugerir que, en todo caso, todo indica que las piezas se han realizado empleando materias primas diferentes en su origen. Este aspecto se plasma en su observación óptica. La pieza TSB-8/78 ha mostrado en el binocular abundantes inclusiones blancas relacionadas probablemente con carbonatos diseminados por la matriz, mientras, ya se ha señalado que TSB-8/77 muestra una materia prima abigarrada, donde se entremezclan materiales de distinta coloración. Por otro lado, cabe pensar que, según la similitud composicional observada entre el artefacto TSB-8/77 y la pesa de telar de esa misma habitación, pueda existir cierta relación entre ambos tipos de materiales, tal vez se ha utilizado la misma materia prima para la confección de ambos.

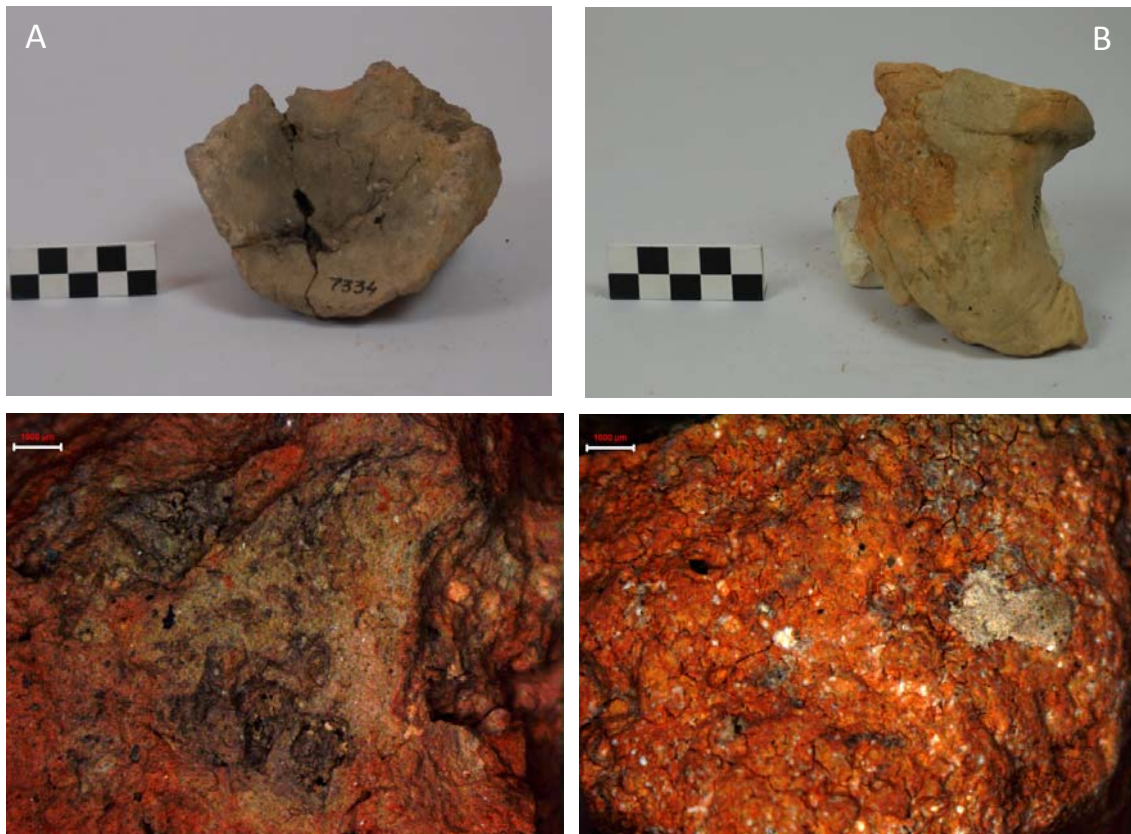


Figura 194. Fotografías y microfotografías con binocular de los ecofactos del *Turó de les Abelles*, A) TSB-8/77 con una impronta de un tronco y una pasta donde se intercala una pasta rojiza con algunas zonas que presentan una coloración oscura. B) Muestra TSB-8/78 consistente en un artefacto de barro doblegado que muestra una pasta agrietada de coloración anaranjada-rosada con inclusiones de color blanco.

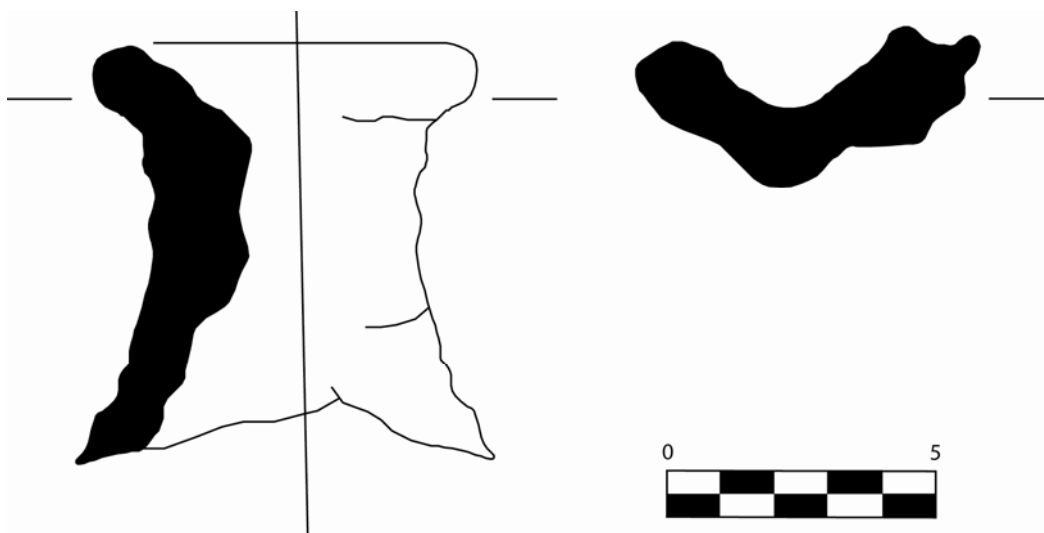


Figura 195. Dibujo del ecofacto de arcilla TSB-8/78 (Dibujo: J. García Rosselló).

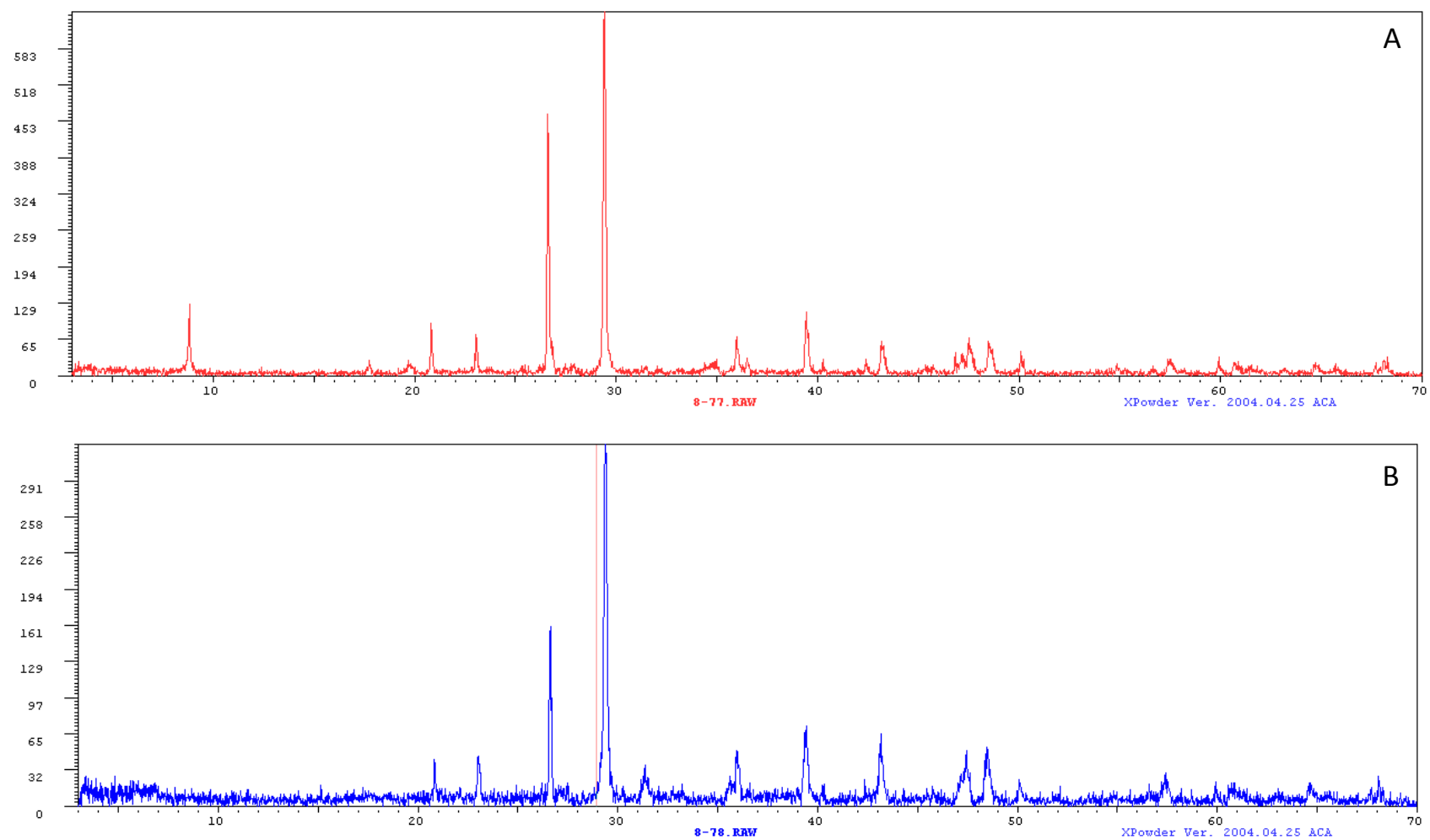


Figura 196. Diagramas de rayos X (muestra total) mostrando la mineralogía de A) TSB-8/77 y B) TSB-8/78, destaca la presencia/ausencia de picos intensos de filosilicatos.

Cuadro 45. Elementos mayoritarios y minoritarios (% peso) y elementos traza Sr, Zr, Cl (ppm) de los materiales arcillosos no cerámicos del *Turó de les Abelles*.

	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Sr	Zr	Cl
Arcilla Paleógeno	1.380	15.900	42.260	0.353	0.326	2.657	29.980	0.729	5.493	573	177	869
TSB-1	2.769	5.391	20.416	0.384	0.458	0.596	66.540	0.366	2.689	846	144	2700
TSB-4/66	1.616	9.612	33.192	0.361	0.194	1.699	48.082	0.588	3.197	437	180	890
TSB-8/77	1.112	15.029	41.856	0.493	0.326	4.008	30.675	0.770	5.938	711	226	5860
TSB-8/78	1.979	10.884	39.205	0.511	0.428	2.167	37.756	0.707	5.035	970	222	8820
Pesas de telar (n = 2)	1.372	17.249	48.951	0.453	0.156	3.455	19.451	0.771	5.204	401	185	3625
TSB-A (n = 11)	0.975	19.035	45.01	0.594	0.192	1.665	14.837	3.414	12.217	297	335	11360
	.308	1.391	3.031	.128	.081	.581	5.204	1.102	3.266	59.647	79.431	4.012

14.2.3. Pica.

Se trata de una cubeta que estaba situada en el centro de la habitación del Sector 2 del *Turó de les Abelles* (Fig. 197). En las excavaciones realizadas por Camps y Vallespir (1998), esta estructura se interpretó como una pica de barro crudo, tal vez relacionada con procesos de decantación de la arcilla. El análisis mineralógico realizado mediante DRX, no ha coincidido con esta interpretación de la estructura. Como se puede observar en la microfotografía realizada con lupa binocular (Fig. 198b) la cubeta representa una perforación sobre el mismo suelo de la habitación que fue impermeabilizado con un revoque de un grosor mínimo de 0.5 cm de un material de color muy blanquecino. El difractograma (Fig. 198a) obtenido ha mostrado la práctica ausencia de minerales de la arcilla (6.4%), lo que permite afirmar que este material no es arcilloso y, por lo tanto, al no existir indicios claros, no podemos relacionar esta estructura con actividades alfareras como la decantación de arcilla. La mayor parte de la muestra se compone de picos y porcentajes muy intensos de calcita (91%) y, de forma accesoria (<2%), de picos de mucha menor intensidad de cuarzos y feldespato potásico. Esta composición, y las características cromáticas, del material nos llevan a determinar que, probablemente, se trate de un mortero de cal muy fina utilizado para realizar una cubeta impermeable, ideal para la gestión de líquidos.

Este tipo de composición mineral básica resulta típica de los morteros (Rojo *et al.* 2004; Tsantini 2007), y esta función del mortero fino como revestimiento para estructuras destinadas a la gestión de líquidos está ampliamente constatada desde la antigüedad, por ejemplo en el mortero de una cubeta que se encuentra en la cercana villa romana de *Sa Mesquida (Santa Ponça)*.

Por otro lado, hay que señalar la presencia en la habitación de ánforas completas adosadas al muro sur de la estructura y cerámicas a mano en el entorno inmediato de la pica. Ello podría indicar una relación funcional entre los distintos artefactos vinculada a la gestión de líquidos almacenados en cerámicas y, tal vez, sometidos a algún tipo de tratamiento en la cubeta constatada.

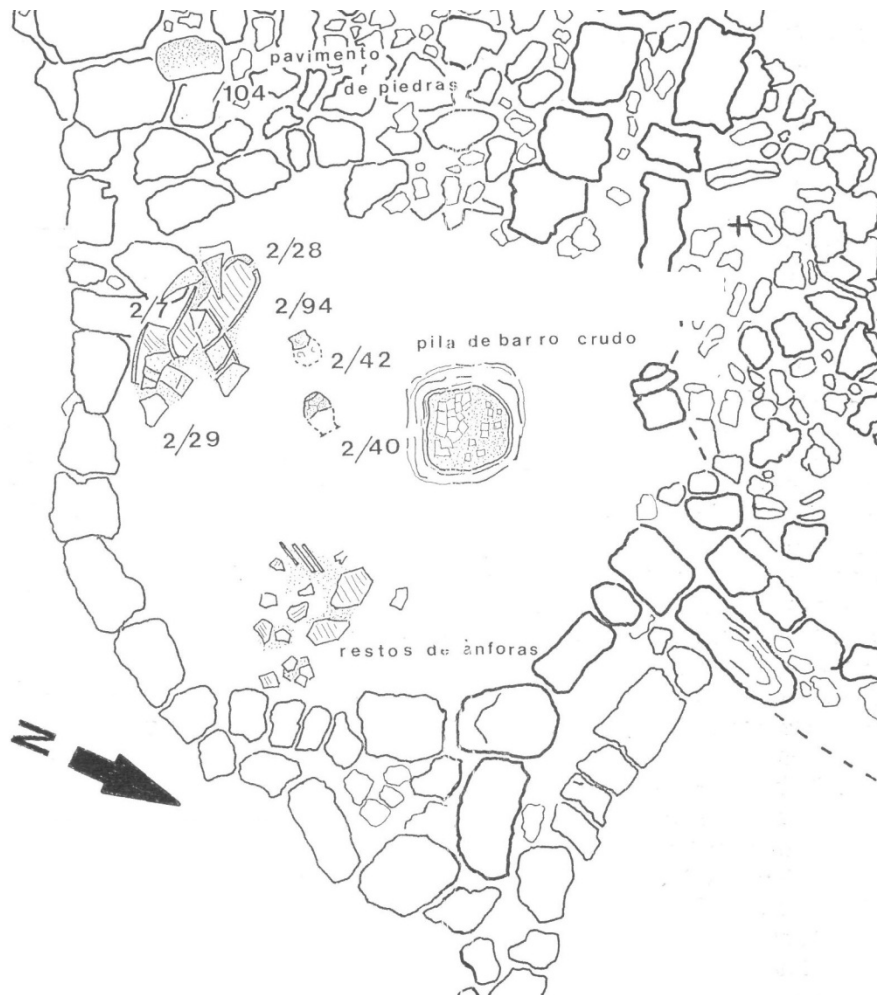


Figura 197. Planta del Sector 2 donde se puede observar la ubicación de la pica revestida con mortero y la ubicación de cerámicas a mano y ánforas localizadas en el sector (Camps y Vallespir 1998).

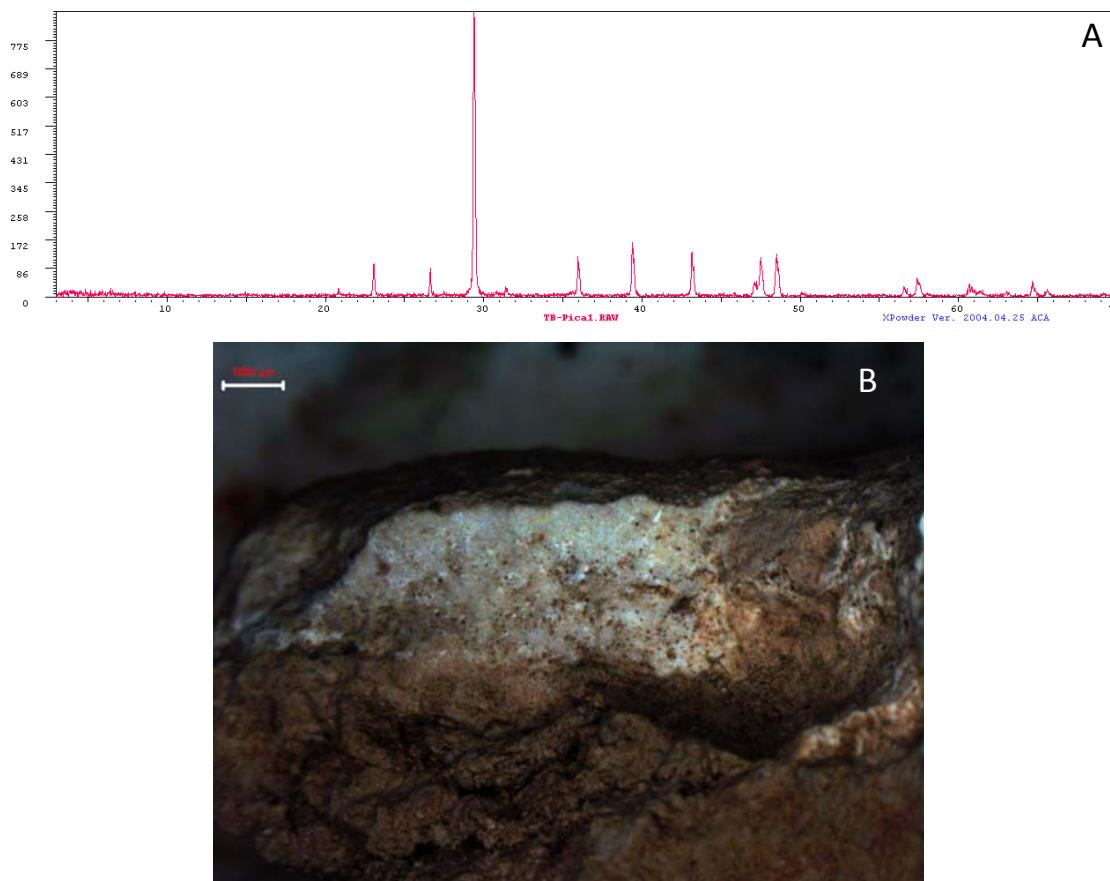


Figura 198. A) Difractograma de rayos X (muestra total) del revestimiento de la pica donde se puede observar la ausencia de picos ligados a minerales de la arcilla y picos muy intensos de calcita. B) Microfotografía de una sección de la pica de arcilla donde puede observarse un revoque muy compacto de color blanco directamente aplicado sobre tierra.

14.2.4. Arcilla de la cista de *Closos de Can Gaià*.

Este ecofacto de arcilla presenta señales de cocción, ya que muestra una coloración muy oscura y grisácea (10YR 5/1), evidenciando un proceso de combustión en ambientes reductores. Éste se halló en la cista del poblado de navetiformes de *Closos de Can Gaià*. Las superficies externas muestran un color rojo intenso lo que denota una cocción final oxidante. La textura de la pasta es fina, no se han añadido desgrasantes y su composición mineralógica destaca por una alta cantidad de calcita (82.8%), una cantidad baja (12.6%) de filosilicatos (illita-moscovita) y una escasa cantidad de cuarzo (Fig. 199). Esta composición básica induce a pensar en la utilización de una caliza margosa.

A nivel químico, la utilización de esta materia prima, no apta para la producción cerámica, aparece claramente reflejada. Esta pieza del Bronce Final se ha separado claramente de todas las cerámicas analizadas, incluidas las de este mismo yacimiento (Cuadro 46). Constituye, por tanto, un *loner* y su inclusión en los análisis estadísticos y de conglomerados jerárquicos aumenta el grado de variabilidad en el registro. Como cabe esperar la cantidad de Al₂O₃ y SiO₂ es muy baja, en cambio la de CaO es extremadamente alta, junto con la calcita este alto porcentaje debe asociarse a una alta cantidad de carbonatos en la materia prima.

También, hay diferencias significativas en la cantidad de K₂O, TiO₂, Fe₂O₃, valores que resultan muy bajos y denotan la utilización de un sedimento muy poco ferruginoso. Finalmente, la cantidad de P₂O₅ es altísima, probablemente se debe a una contaminación postdeposicional que, como comentaremos posteriormente, puede estar tal vez ligado a un ambiente de deposición particular, el de la cista. Algo que deberá confirmarse y explicarse también en futuros estudios sedimentológicos sobre estratos sedimentarios de esta área.

Cuadro 46. Elementos mayoritarios y minoritarios (% peso) y Rb (ppm) mostrando la composición química del ecofacto de arcilla de la UE-18 frente a las cerámicas del Bronce Final de este yacimiento.

	Arcilla UE-18	Bronce Final (n = 11)
MgO	1.21	1.4 ± 0.46
Al₂O₃	2.59	15.1 ± 2.62
SiO₂	6.95	35.8 ± 4.2
K₂O	0.37	1.39 ± 0.39
CaO	78.6	39.1 ± 5.45
TiO₂	0.18	0.93 ± 0.33
Fe₂O₃	1.1	4.95 ± 0.98
P₂O₅	8.26	1.02 ± 0.43
Rb	51.7	129.96 ± 35.99

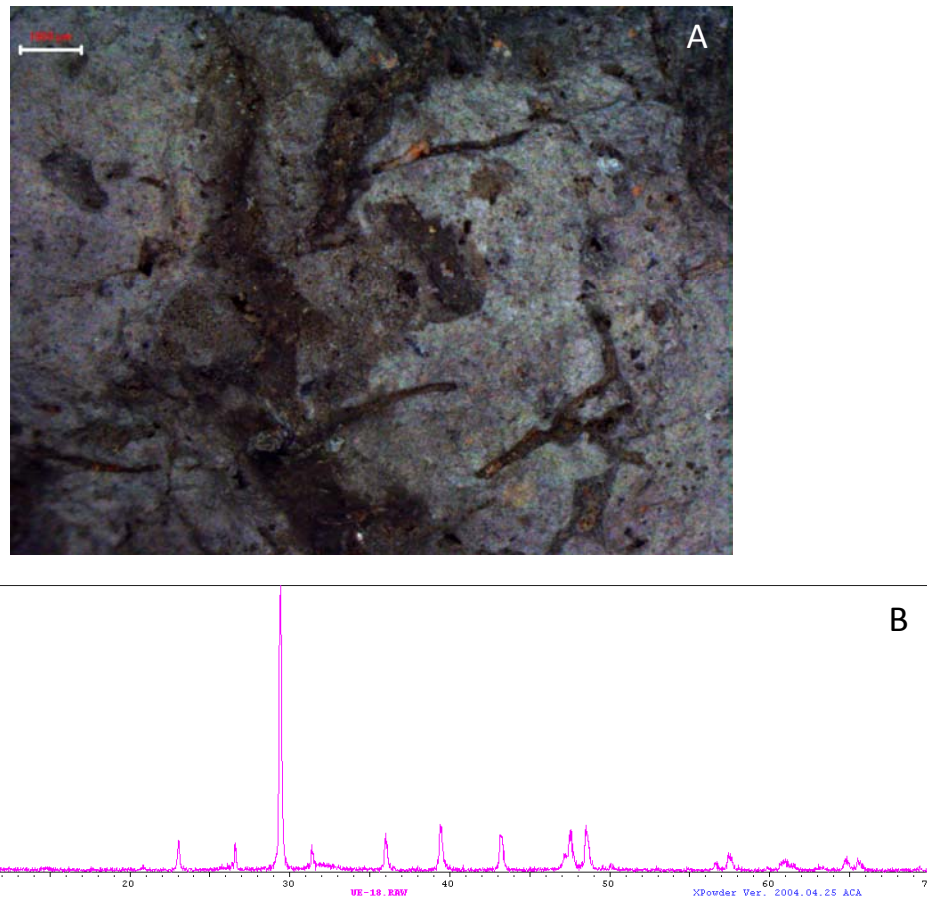


Figura 199. A) Microfotografía con binocular de una sección del ecofacto de la UE-18 de *Closos de Can Gaià* donde se puede observar una coloración oscura, huellas en negativo de materia orgánica y una textura fina. B) Difractograma de rayos X del ecofacto (muestra total) donde se puede observar la práctica ausencia de picos ligados a minerales de la arcilla y picos muy intensos de calcita.

14.3. Conclusiones.

Los estudios realizados sobre los materiales arcillosos no cerámicos evidencian que las comunidades estudiadas realizaron una gestión especializada, organizada y racionalizada de los distintos tipos de recursos minerales disponibles en su territorio en función de las distintas necesidades. Las diferencias en la composición de las materias primas utilizadas determinan variaciones en sus cualidades, indicándonos que la selección del material se relaciona estrechamente con el tipo de artefacto, sus necesidades de fabricación y su función. Los datos obtenidos apuntan hacia una diversificación de los tipos de recursos empleados lo que podría evidenciar que distintos tipos de suelos pudieron ser percibidos y, por tanto, categorizados y utilizados en concordancia con sus cualidades y características.

Mientras las arcillas muy plásticas se utilizan en la producción de cerámica, se utilizan arcillas muy calcáreas y ácidas, no aptas en cerámica o en actividades agrícolas, para la producción de material de construcción. Dentro de esta tendencia general, hay que exceptuar el comportamiento observado en *Closos de Can Gaià*, donde en cambio, se observa la utilización de un recurso muy arcilloso y poco calcáreo, muy indicado además para agricultura. Todo sugiere que, como se comentará más adelante, en este caso, prevalece la cercanía a la fuente de materia prima sobre el uso de arcillas menos plásticas y muy calcáreas. Dada la alta cantidad de materia prima que se requiere para cubrir la totalidad de la cubierta de una estructura navetiforme, la cercanía a la fuente de aprovisionamiento pudo constituir una de las prioridades a la hora de seleccionar la materia prima.

Seleccionar este tipo de recursos, muy arcillosos y poco adecuados para construcción, exige que las materias utilizadas requieran de desgrasante orgánico con tal de reducir la plasticidad de la arcilla y adecuarla a su función como material de cubierta impermeabilizante. Este es, por tanto, un primer antecedente de una solución tecnológica, la adición de materia vegetal, que se generalizará en Mallorca a partir del siglo V BC en la preparación de pastas cerámicas (Palomar 2005; Alberó 2007). Observamos entonces, que existe también una clara racionalización del esfuerzo que debe invertirse en la consecución de los artefactos que se necesitan.

En contraposición, las pesas de telar estudiadas poseen forma lenticular, éste puede ser el motivo por el que se realizan con materias plásticas y relativamente ricas en minerales de la arcilla, similares en sus cualidades a las arcillas utilizadas en la producción cerámica. Esta conexión en el tipo de materiales podría indicar la existencia de cierta conexión y transmisión de conocimientos entre los artesanos que realizaban las pesas de telar y las cerámicas, al menos en cuanto a la localización y los sistemas de explotación de determinadas materias primas se refiere. La experiencia y el conocimiento sobre los distintos depósitos utilizados por diferentes tipos de artesanos podrían compartirse con la finalidad de optimizar una explotación organizada de la totalidad de los recursos. Esta conexión podría extenderse, también, a los fabricantes de material de construcción. Tal vez, puede existir una alta correspondencia espacial entre aquellas zonas en las que se produce cerámica y material de construcción, ya que ambas suelen situarse en el radio más inmediato de los núcleos de población.

15. ALTERACIONES POSTDEPOSICIONALES.

Introducción.

Como ya se señaló en el capítulo metodológico, la composición de las cerámicas recogidas de los estratos sedimentarios de los distintos yacimientos puede sufrir, debido al proceso de deposición y enterramiento, incluso en ambientes poco acuosos, una serie de alteraciones respecto del producto original (Pollard y Heron 1996: 101, 133-133; Mommsen 2004; López 2008; De la Fuente 2008; Tite 2008).

El problema de las alteraciones postdeposicionales en cerámicas arqueológicas se ha abordado en la bibliografía a través de la simulación experimental bajo ciertas condiciones y con variables estrechamente controladas. En este sentido, según varios investigadores (Schwedt *et al.* 2006), se asume que el cuerpo cerámico es inicialmente homogéneo en su composición y posteriormente, tras el enterramiento, determinadas partes de las vasijas, como las paredes o los márgenes externos, ven alterada su composición. De este modo, la parte de la vasija que permanece menos alterada por estos procesos suele ser el núcleo. Por tanto, las distintas agrupaciones realizadas estadísticamente pueden, en algunos casos, estar también relacionadas con procesos de alteración postdeposicional en las muestras.

No todos los elementos de un grupo de cerámicas experimentan un bajo rango de variación. Se puede observar, a menudo, en los análisis de cerámicas una gran dispersión de los valores de elementos como As, CaO, P₂O₅, K₂O, Ba, Sr, Rb, Na₂O en los datos, incluso si éstos se han medido con escaso error estadístico. En este sentido, resulta habitual en los estudios químicos, como se ha realizado aquí, prescindir de muchos de estos elementos a la hora de realizar las agrupaciones de los individuos en términos de producciones o grupos composicionales. Considerar determinados elementos constituye un factor de riesgo que puede llegar a desvirtuar enormemente las agrupaciones químicas que se realizan de los individuos cerámicos (Arnold 2000; Buxeda *et al.* 2001; Buxeda *et al.* 2002; Cau *et al.* 2002; Spataro 2002: 37; Ortega *et al.* 2005; Schwedt *et al.* 2006; Tite 2008).

Sin embargo, la aplicación de técnicas complementarias, como el análisis con binocular, microscopio petrográfico, microscopio electrónico de barrido y los análisis de DRX, han proporcionado información suficiente para determinar si una pieza está contaminada y en qué grado puede ello afectar a la composición química de la pieza. Estos procesos postdeposicionales pueden ser consecuencia tanto de fenómenos ligados al proceso de fabricación de las piezas como a otros tafonómicos ligados al medio en el que se depositaron las piezas. Por un lado, estas técnicas proporcionan información sobre la tecnología de las piezas y de las posibles alteraciones que se hayan podido producir durante el procesamiento de la materia original. Por otro lado, las alteraciones pueden estar también directamente relacionadas con el estrato de deposición de la cerámica, por lo que el estudio de estas alteraciones postdeposicionales en las muestras supone también una herramienta que puede utilizarse para detectar y resolver cuestiones relacionadas con los procesos de formación y la composición de las unidades estratigráficas sedimentarias en la que se depositaron las piezas (Tsantini 2007: 130; López 2008; Buxeda y Tsantini 2009).

Las alteraciones postdeposicionales que se producen en la cerámica pueden manifestarse tanto a nivel químico como mineralógico. La presencia de porcentajes anómalos de determinados elementos puede relacionarse con la cristalización de determinados minerales. Por ejemplo, durante los procesos de recogida y almacenamiento pueden generarse nuevas fases detectables mediante DRX, como la calclacita (De la Fuente 2008). La ausencia de este tipo de minerales en todas las muestras difractadas ha permitido descartar contaminaciones o alteraciones ligadas al proceso de almacenaje de las piezas. A continuación, se van a abordar las alteraciones más comunes que se suelen registrar en cerámicas arqueológicas, como la fijación de fósforo, la presencia de altos niveles de cloro, la presencia de calcita secundaria o la posible cristalización de zeolitas como la analcima. Si bien, hay que ser conscientes que existen muchas otras alteraciones, se van a reseñar sólo las que se han podido documentar o algunas que son susceptibles de documentarse en las muestras cerámicas analizadas.

15.1. Fijación de fósforo alóctono.

Tras el proceso de calentamiento, las arcillas, especialmente si se han cocido entre 600-800 °C, son susceptibles de incorporar iones de fósforo en su estructura. El fósforo (P_2O_5) es un elemento que, en grandes concentraciones en las pastas cerámicas, suele considerarse como un indicador o producto derivado de una contaminación postdeposicional. En estos casos, durante la fase de deposición, se puede haber producido un intercambio de iones entre el sedimento y los fragmentos de cerámica, donde el fósforo se puede concentrar fácilmente en su superficie (Freestone *et al.* 1985; Freestone *et al.* 1994; Klein *et al.* 2004).

Resulta muy difícil precisar el grado de contaminación de este elemento en las muestras, aspecto que introduce cierto grado de ambigüedad en los estudios de procedencia cerámica cuando este elemento se considera en el análisis químico. Desgraciadamente, los fosfatos forman agregados policristalinos, como vividianita y mitridatita, de entre 200 a 700 μm de tamaño, que se presentan en concentraciones tan bajas que no pueden detectarse mediante DRX. Estos agregados no se forman sólo por contaminación postdeposicional, también pueden formarse a partir de la calcinación de huesos utilizados como desgrasante añadido en la pasta, estando ligado por tanto al proceso de fabricación de las vasijas. Como puede observarse, hay que tener precaución a la hora de relacionar una alta concentración de fósforo en las piezas con procesos tafonómicos puesto que no existe una relación directa y unilineal entre ambos fenómenos. Muchas veces, altos niveles de fósforo pueden relacionarse con contenidos concretos, como grasas o sangre, que fueron almacenados en las piezas durante la fase de uso y/o deposición. De este modo, la utilización de las cerámicas para cocer de forma repetida carne y/o pescado o contener vino, leche u orina pueden favorecer la presencia diferencial de fósforo en las pastas cerámicas (Dunnell y Hunt 1990; Bollong *et al.* 1993; Pollard y Heron 1996: 133; Klein *et al.* 2004; Maritan y Mazzoli 2004; Ortega *et al.* 2005; De la Fuente 2008).

En lo que se refiere a este elemento, se ha documentado como las piezas analizadas de *Closos de Can Gaià* muestran unas concentraciones diferenciales de fósforo. Sin embargo, como se ha visto, la confirmación de que ello está relacionado con la fijación de fósforo procedente del sedimento en el que se depositaron las vasijas y por tanto deberá obtenerse a partir de la contrastación de los datos obtenidos de la composición cerámica con los correspondientes análisis sedimentológicos de los estratos del yacimiento. Por otro lado, para confirmar que las altas cantidades de fósforo no se deben a la manipulación de determinadas sustancias orgánicas deberán contrastarse, en un futuro, los resultados obtenidos aquí con análisis de contenidos: ácidos grasos, proteínas, etc. de las cerámicas.

En definitiva, actualmente sólo estamos en disposición de señalar la presencia de un conjunto de muestras que se diferencia por su concentración de fósforo. Las limitaciones ya expuestas impiden abordar, por ahora y con seguridad, las causas de este incremento. El diagrama de cajas utilizando las concentraciones de fósforo obtenidas de los análisis de FRX efectuados sobre las muestras de los distintos yacimientos (Fig. 200) evidencia que las piezas *Closos de Can Gaià* ($n = 17$) han mostrado medias más altas de P_2O_5 ($>1\%$). Podemos plantear que, probablemente, los sedimentos de este yacimiento posean niveles más altos de este elemento. Dentro de este grupo de piezas más altas en fósforo, destacan dos piezas del Bronce Final de la UE-95 (CLG-149 y CLG-2755), que presentan porcentajes de hasta el 3%. Dentro de los artefactos analizados de este yacimiento, en concreto de la cista (UE-18), se documenta un ecofacto quemado que ha mostrado niveles altísimos de P_2O_5 (8.2%), tal vez este nivel diferencial deba relacionarse con un entorno de deposición diferente, ligado con importantes concentraciones de fauna. Los resultados obtenidos en el *Puig de Sa Morisca* ($n = 46$) y el *Turó de les Abelles* ($n = 43$) muestran porcentajes más bajos y mucho más homogéneos de fósforo, independientemente de la unidad estratigráfica a la que se asocien los materiales, por lo general, en torno a 0.5%. Sólo una pieza (TSB-9/14), ha mostrado porcentajes superiores al 1% en este elemento.

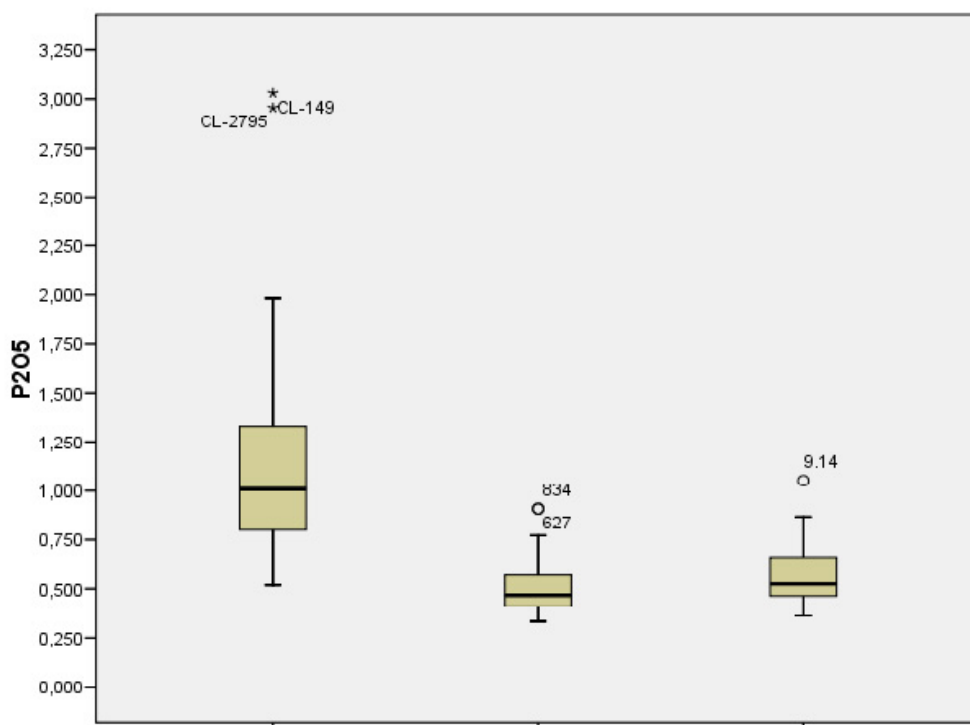


Figura 200. Diagrama de cajas mostrando la tendencia central y los extremos de la cantidad de fósforo de las muestras cerámicas según yacimiento: *Closos de Can Gaià, Puig de Sa Morisca y Turó de les Abelles*.

15.2. Calcita secundaria.

La identificación de calcita secundaria presente en las cerámicas puede realizarse con bastante seguridad a partir del estudio, con microscopio petrográfico y SEM, del hábito que presentan los cristales y la forma en la que éstos se fijan en la matriz. La fijación de este tipo de calcita provoca la alteración y la contaminación de la composición y el aspecto original de la pasta y, por tanto, puede ocasionar algunos problemas a la hora de interpretar los datos analíticos y realizar agrupaciones de las cerámicas. Los factores que afectan la cristalización postdeposicional de este mineral en las cerámicas se relacionan con su composición mineralógica, química y textural así como con la estrategia de cocción, el uso de la pieza y su ambiente y tiempo de deposición (Maggetti 1982: 129; Buxeda y Cau 1995; Cau *et al.* 2002; Spataro 2002: 37; Ortega *et al.* 2005; Shoval *et al.* 2006; López 2008).

En función de estos factores que influyen en el origen de la calcita secundaria podemos distinguir procesos de formación de esta fase de diversa naturaleza:

15.2.1. Calcita secundaria parcialmente alóctona.

Este tipo de alteración se relaciona con la contaminación de la pasta a raíz de la cristalización de calcita secundaria, formada mediante hidrólisis, por procesos retrógrados del CaO, por lo que su presencia informa indirectamente de la temperatura de cocción de las piezas (Nuñez *et al.* 1991). Este tipo de alteración postdeposicional ha podido detectarse en una de las cerámicas que han presentado fases minerales de alta temperatura como anortita, gehlenita y hematites (CLG-2430). El examen con SEM-EDX de la matriz a 2000x ha revelado la presencia de pequeños cristales en algunos de los huecos de la matriz cerámica (Fig. 201). El análisis con micro-sonda (Fig. 202) de estos cristales ha revelado que están formados esencialmente de calcio (72%). Dado que los cristales de calcita de menor tamaño son los que reaccionan a temperaturas más bajas (650°C) cabe pensar que este cristal debe relacionarse con procesos de recristalización. En estos casos, el calcio deriva de la propia pieza en sí por lo que las concentraciones de este elemento en la pieza no se alteran, aunque sí se produce la adición de carbono y oxígeno.

Estos elementos, proceden del agua en disolución presente en el suelo y en la atmósfera de modo que, la fijación de estos elementos durante el periodo de enterramiento, provoca algunos cambios en la composición química original de la pieza cocida. En definitiva, la calcita secundaria parcialmente alóctona se relaciona con fases de alta temperatura que se suceden en la cocción de la cerámica que alteran la composición mineralógica y química de la pieza. La cristalización de minerales de neoformación como anortita, wollastonita, gehlenita y diópsido conlleva la destrucción de determinados minerales ricos en calcio y la transformación del calcio libre en nuevos minerales (Linares *et al.* 1983; López 2008). Durante el periodo de uso y deposición, el contenido de CaO libre, es decir, aquel que no ha reaccionado durante la cocción formando nuevas fases minerales, puede asimilarse con carbono y oxígeno externos, dando lugar a la cristalización de calcita (CaCO₃) en la pasta.

En nuestro caso, la amplia mayoría de fábricas analizadas se relacionan con cocciones a baja temperatura (<750 °C), por regla general las cerámicas no alcanzaron la temperatura necesaria para la disociación de CaO y la formación de fases minerales de alta temperatura, que se forman a una temperatura más alta (850°C) en este tipo de cerámicas (Albero 2010). Prácticamente en todas estas cerámicas, la estructura cristalina de la calcita no ha reaccionado y permanece, salvo por algunas alteraciones térmicas leves, en su forma original.

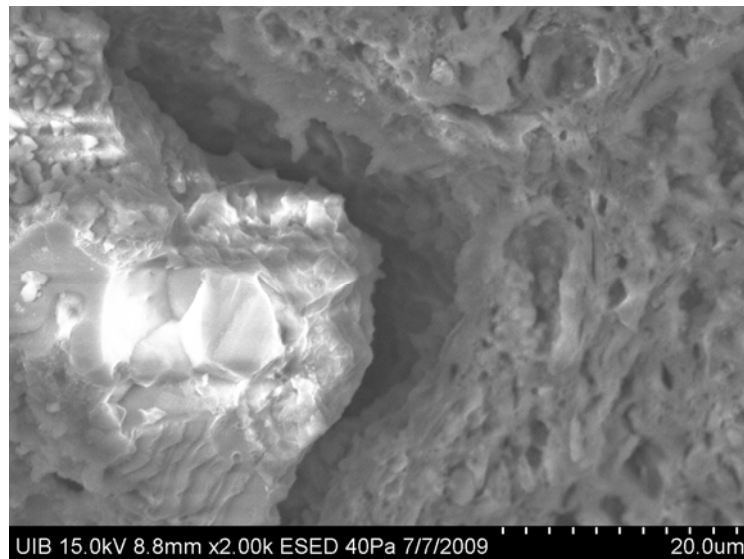


Figura 201. Imagen obtenida con SEM de un cristal de calcita en un poro de la matriz arcillosa de la pieza CLG-2430.

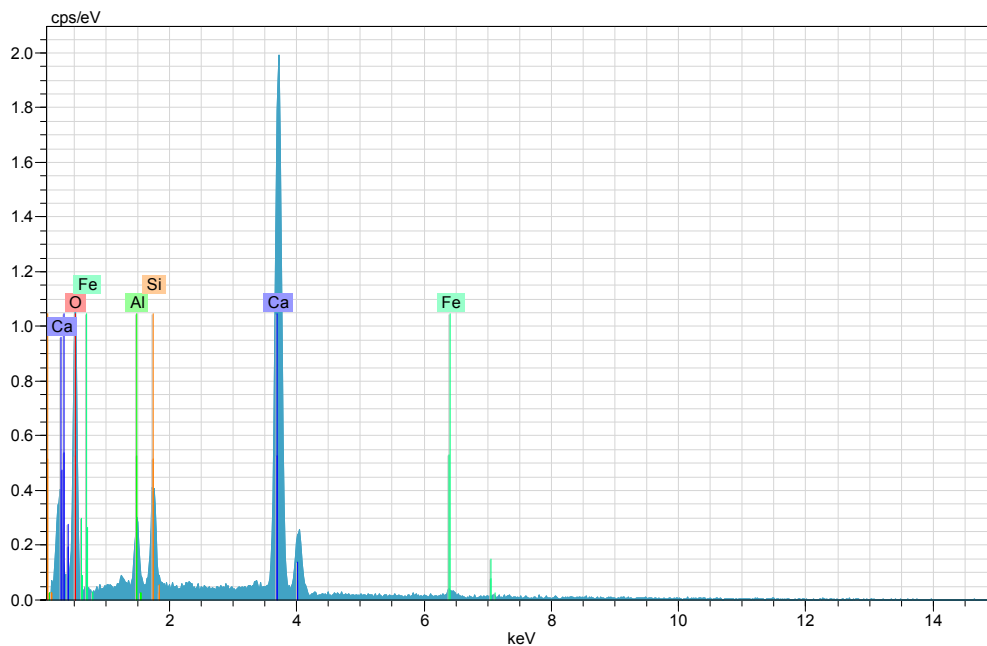


Figura 202. Espectro obtenido con SEM-EDX del cristal de calcita de la figura anterior (CLG-2430).

15.2.2. Calcita de origen completamente alóctono.

El origen de la calcita secundaria contenida en la pieza puede tener una naturaleza completamente alóctona consecuencia del aporte de soluciones ricas en carbonato cálcico que se depositan en el sedimento en el que se encuentra enterrada la pieza. De este modo, los elementos químicos implicados en la formación de calcita secundaria, calcio, carbono y oxígeno, se introducen durante el enterramiento de la cerámica. Este tipo de procesos postdeposicionales afectan la composición original de la cerámica lo que tiene implicaciones a la hora de realizar tratamientos estadísticos de los datos químicos de la cerámica (Buxeda 1999; De la Fuente 2008). La presencia de estas fases debe controlarse y, en todo caso, en los Grupos de Referencia Composicional definidos no ha tenido implicaciones ya que no se ha utilizado el CaO, debido también, principalmente, a que este elemento obedecía a motivaciones tecnológicas. En todo caso, con esta estrategia, este tipo de contaminaciones de la pasta no afectan a las agrupaciones realizadas.

En nuestro caso, donde no se han observado fases de alta temperatura en la amplia mayoría de las muestras, se debe asumir que la presencia de calcita secundaria debe relacionarse básicamente con una aportación completamente externa a la pieza, posterior a su proceso de fabricación.

Este tipo de calcita secundaria puede manifestarse de diferentes formas, normalmente mediante concreciones en la superficie de la pieza o en la matriz, cristalizando en poros y fracturas, existiendo distinto grado de penetración en la pared de la vasija (Buxeda y Cau 1995; Cau *et al.* 2002; Spataro 2002: 37; De la Fuente 2008; López 2008).

En el registro analizado macroscópicamente y microscópicamente, mediante binocular, microscopio electrónico y microscopio petrográfico, se han detectado restos de carbonato de calcio de naturaleza postdeposicional. Se ha documentado dos grados de penetración en la pasta de la calcita secundaria totalmente alóctona, aquella en la que ésta está presente en la matriz y las superficies y aquella que está presente únicamente en las superficies. El grado de penetración en la pasta, y la presencia de esta fase en el conjunto de la cerámica, está muy ligada al grado de porosidad de la pieza.

Algunos autores (Freestone 2001: 621; Spataro 2002: 37; López 2008; De la Fuente 2008), han señalado como el alto grado de porosidad que caracteriza a muchas producciones realizadas a mano y cocidas a baja temperatura, especialmente las derivadas de la utilización de pastas calcáreas muy groseras, favorece la formación de fases postdeposicionales en la pasta. Como señala De la Fuente (2008: 24), *“Ceramics fired at temperatures just above 600° C present very porous and inhomogeneous pastes. They have the tendency to lose fewer chemical elements during firing, and they also can retain a certain cation exchange capacity, which will allow them to gain and lose some elements due to burial conditions”*.

En nuestro caso, las piezas que han presentado más calcita secundaria en la matriz se asocian con pastas con abundante materia orgánica y, por tanto, resultan muy porosas. En estas pastas muchos de los poros conectan con el exterior de la vasija favoreciendo la migración de las soluciones al interior de la pasta. En cambio, las piezas sin materia orgánica, que han mostrado una alta cantidad de microporos y escasos macroporos, rara vez presentan calcita secundaria en el núcleo de la pieza, ésta se reduce a los márgenes externos de la sección. La calcita secundaria de origen externo se presenta en diferentes hábitos, por lo que se puede dividir, por tanto, las piezas en función del lugar donde se fija esta fase secundaria:

a) Calcita secundaria presente en la matriz y en las superficies.

Está presente en las piezas SM-3; SM-1351; SM-103; SM-140; SM-138; SM-293; SM-472; SM-625; TSF-231; TSF-459; TSF-8; TSF-11; TSF-56; TSF-10; TSB-1/294; TSB-1/296; TSB-1/297; TSB-1/303; TSB-2/41; TSB-6/65; TSB-6/80; TSB-6/82; TSB-6/87; TSB-7/10; TSB-7/159; TSB-8/65. En estas vasijas, la calcita secundaria puede observarse en la matriz a través de la formación de microcristales de micrita rellenando los poros de la matriz o en las fracturas de las muestras (Fig. 203-206). En algunos casos, los poros pueden estar completamente reemplazados por este tipo de alteraciones de la pasta. Por otro lado, este tipo de calcita también puede darse en la propia matriz arcillosa de estas piezas cocidas a baja temperatura, puesto que ésta absorbe cationes de Ca, incorporándolos en su estructura. Lo habitual es que la calcita secundaria se sitúe en los poros abiertos que comunican con el exterior de la cerámica.

Algunos autores, atribuyen la aparición diferencial de esta fase en determinadas cerámicas de un mismo estrato a que, algunos productos, como los lácteos no fermentados, provocan alteraciones y anomalías en el porcentaje de calcio. De esta forma, el uso de la cerámica podría haber determinado también la aparición de fases postdeposicionales en los poros de la sección (Buxeda y Cau 1995). Como ya sucedía con el fósforo, la confirmación de esta hipótesis en las cerámicas sólo se obtendrá a partir de la identificación de estas sustancias mediante análisis de contenidos orgánicos, como los lípidos y los ácidos grasos presentes en las cerámicas.

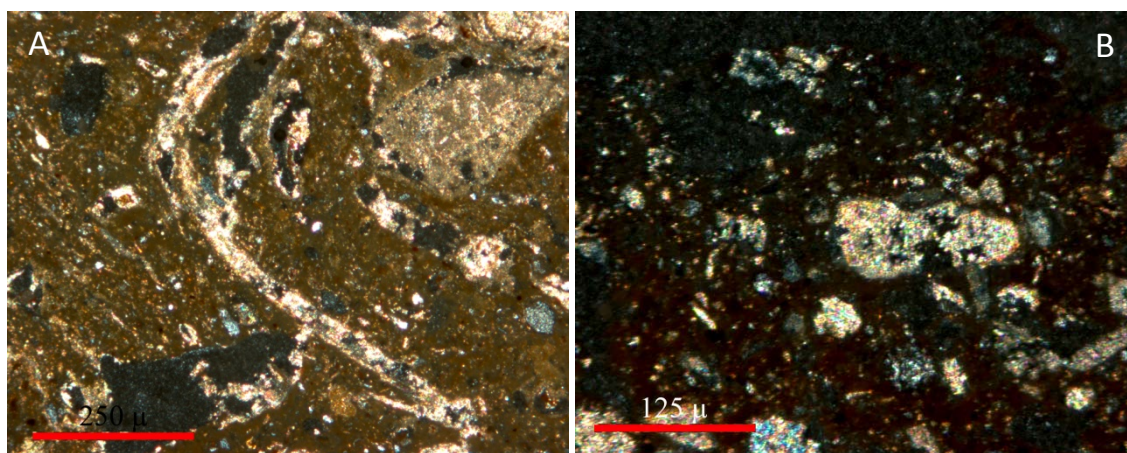


Figura 203. Microfotografías de láminas delgadas con nicoles cruzados mostrando calcita secundaria, A) micrita relleno un poro dejado por una fibra de materia orgánica (SM-140), B) micrita relleno un poro cercano a la superficie (SM-1351).

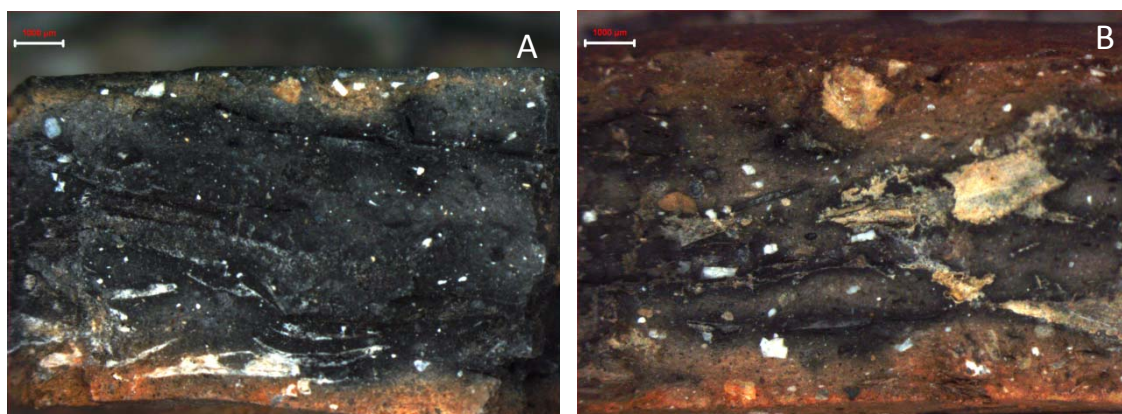


Figura 204. Microfotografías con binocular mostrando calcita secundaria en la matriz relleno los poros dejados por fibras orgánicas, A) TSF-231, B) TSF-11.

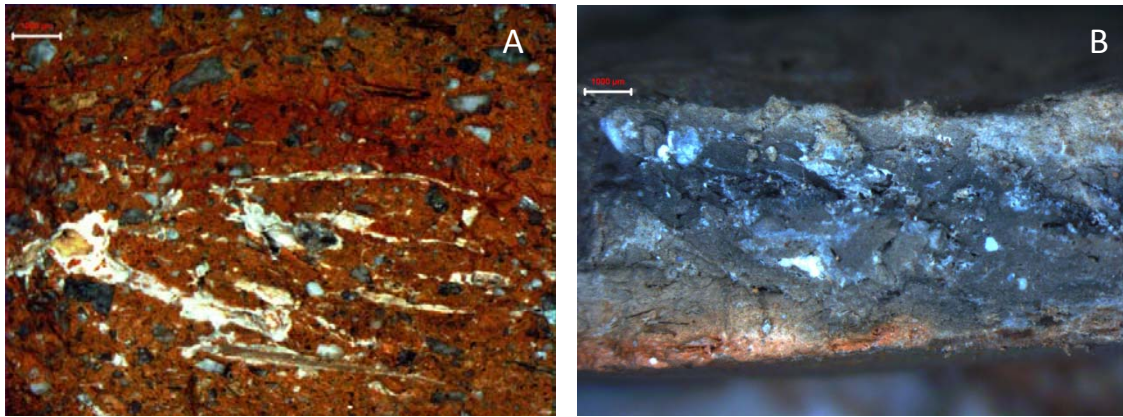


Figura 205. Microfotografías con binocular A) mostrando calcita secundaria en la matriz rellenando los poros dejados por fibras orgánicas (SM-3), B) Mostrando la calcificación de la matriz TSB-1/297.

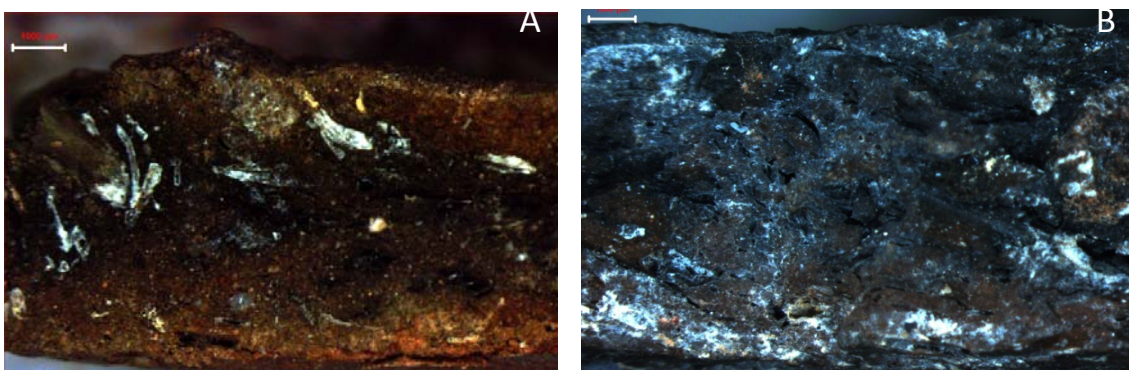


Figura 206. Microfotografías con binocular A) mostrando calcita secundaria en la matriz rellenando los poros dejados por fibras orgánicas (TSB-6/65), B) Mostrando la calcificación de la matriz TSB-6/80.

b) Calcita secundaria presente únicamente en la superficie de la pieza.

A diferencia de las piezas anteriores que presentan calcita secundaria en la matriz documentamos un grupo de piezas que presentan esta fase exclusivamente en la superficie de la muestra (SM-473, SM-472, SM-1125, SM-468, SM-484, SM-495; SM-970; SM-971; CLG-154; TSF-240; TSF-326; TSB-1/299; TSB-1/300; TSB-5/19; TSB-5/20; TSB-7/33; TSB-9/80; TSB-9/84).

La calcificación de la sección resulta menos corriente en las piezas que la fijación de carbonato de calcio en la superficie, mucho más frecuente en el registro analizado. Este tipo de efectos postdeposicionales ya habían sido detectados en cerámicas de la villa romana de *Sa Mesquida* situada en *Santa Ponça* (Tsantini *et al.* 2004).

En estos casos, la calcita secundaria se limita a generar una fina película en la superficie de la cerámica, llegando a alcanzar, sólo de forma muy débil, los poros y las fracturas localizados en la matriz (Fig. 207). De este modo, la calcita secundaria se suele concentrar, en las muestras que poseen materia orgánica, en las improntas dejadas en la superficie tras su combustión. Algunos autores han señalado que este tipo de concreciones pueden ser beneficiosas a la hora de proporcionar estabilidad en la cerámica y evitar contaminaciones agresivas de la matriz de las piezas. Una vez la película de calcita secundaria se ha fijado, ésta evita la incorporación de otros elementos químicos exógenos en la composición de la matriz cerámica (Cau *et al.* 2002; De la Fuente 2008).

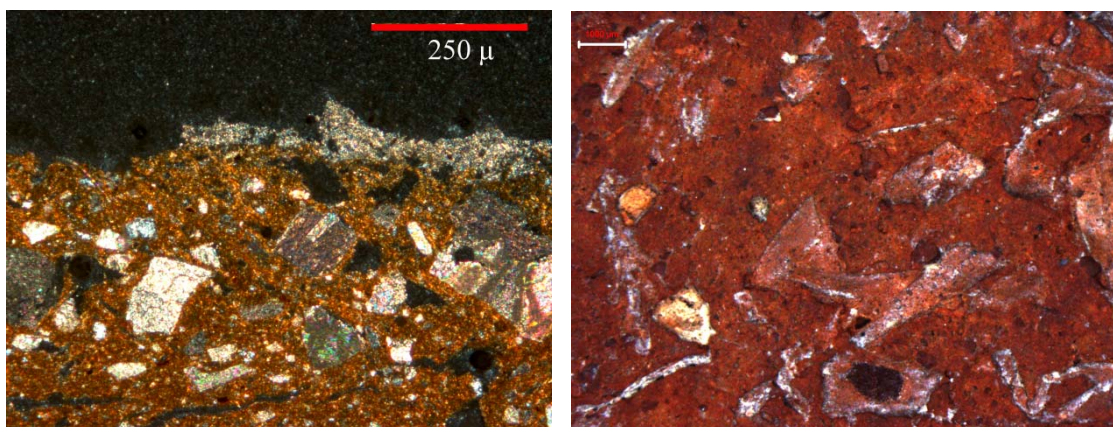


Figura 207. Microfotografías, A) lamina delgada con nicoles cruzados que presenta una concreción de calcita micrita secundaria en la superficie de la pieza SM-468, B) Concentraciones de calcita secundaria localizada en las improntas dejadas por la materia vegetal observadas con binocular en la pieza TSB-1/294.

15.3. Incremento de la concentración de cloro.

En este apartado nos referimos a una alteración de la composición de las piezas que parece estrechamente relacionada con los procedimientos a los que se ha sometido la cerámica, es decir a contaminaciones ocasionadas por la gestión de los materiales arqueológicos tras la excavación. Como suele suceder en otros conjuntos cerámicos (De la Fuente 2008), las piezas del *Turó de les Abelles*, tras su recuperación por parte de los arqueólogos, fueron limpiadas superficialmente con sulfumán, un producto que contiene generalmente entre un 10-12% de ácido clorhídrico (Cl H) (Morales 2005: 19).

El proceso de limpieza de las vasijas con este producto era el que solicitaba durante los años 70 el Museo de Mallorca y debía realizarse previamente a la deposición de los materiales en los fondos del museo (Vallespir c. p.).

Este tipo de agentes externos relativamente agresivos pueden afectar a la pasta y su composición, esencialmente pueden favorecer la reacción de los carbonatos presentes, desvirtuando las agrupaciones que se realizan en base a la composición química y mineralógica de las piezas. De todos modos, esta acción no ha podido desvirtuar los grupos de referencia establecidos químicamente donde el CaO no se ha considerado en el análisis definitivo. Además, la limpieza con este producto ligeramente ácido parece no haber alterado las inclusiones carbonatadas presentes en las pastas de las cerámicas del *Turó de les Abelles* que, como se ha podido corroborar en los análisis petrográficos, se conservan bien.

Sin embargo, sí se ha podido observar un comportamiento diferencial de la cantidad de cloro presente en las muestras dependiendo del yacimiento y los distintos grupos de referencia constatados (Fig. 208). En todo caso, hay que recordar que el cloro ha sido un elemento que, por su tendencia a estar contaminado, no ha sido utilizado en el establecimiento de Grupos de Referencia Composicional o producciones. Así pues, mientras las piezas de *Closos de Can Gaià* han mostrado los niveles más bajos de cloro (650-1300 ppm) seguidas de las del *Puig de Sa Morisca* (517-2620 ppm), ambas limpiadas sin clorhídrico, las piezas del *Turó de les Abelles* han mostrado unas cantidades de cloro especialmente altas llegando a superar las 30000 ppm. Este comportamiento se relaciona esencialmente con las piezas de los Grupos de Referencia TSB-A y TSB-B1 que muestran valores de Cl siempre superiores a las 6000 ppm.

En este sentido, cabe pensar que, en las muestras de este yacimiento, el incremento de cloro debe relacionarse al menos en parte con la fijación y cristalización de cloruros durante el proceso de limpieza y almacenaje, que ha sido de unos 30 años hasta el presente estudio, favorecida por el aporte de Cl alóctono (De la Fuente 2008). En todo caso, hay que recordar de nuevo que este elemento no se ha considerado a la hora de interpretar estadísticamente la composición química de las piezas.

Finalmente, señalar que no podemos dejar de plantear la posibilidad, de un origen antrópico de parte del cloro ligado también a la conducta de los artesanos. Un incremento de las concentraciones de este elemento podría derivar de la necesidad de añadir agua a la pasta ya preparada para que la arcilla se hidrate y sea maleable, de manera que la pieza puede modelarse. De esta forma, el agua, de naturaleza dulce o salada, que utiliza el alfarero para el modelado aporta, en proporciones muy pequeñas, otros elementos foráneos a la pasta. En este sentido, se produce una alteración de la composición química de la pasta dependiendo del carácter más o menos salino del líquido. Un claro ejemplo lo constituye el uso de agua de mar; ésta tiene alto contenido en cloruros (35 g/l) y si se utiliza en la confección de una cerámica este elemento quedará fijado en la pasta mientras el agua se evaporará. Hay que destacar que, en algunos casos, niveles diferenciados y más altos de cloro, pueden estar relacionados con la utilización de agua de mar o bien con la deposición de las piezas en un entorno salino. Ello contribuye también en generar alteraciones en las concentraciones de sodio, magnesio y potasio (Echalier 1984: 9; Pollard y Heron 1996: 130; Morales 2005: 64; Potter *et al.* 2005: 171; De la Fuente 2008).

El *Turó de les Abelles* es el yacimiento estudiado que se sitúa más cerca de ambientes de albufera de agua dulce y salada por lo que, por un lado, está más expuesto a soluciones de carácter salino. Por otro lado, se pudo utilizar agua de este ecosistema para confeccionar las cerámicas, además, las fuentes de agua dulce procedentes de torrenteras están más alejadas del yacimiento. En términos de rentabilidad habría sido preferible utilizar este recurso acuoso más próximo y su inclusión en la pasta podría explicar también los altos niveles de Cl observados en estas muestras y algunas del *Puig de Sa Morisca* (pe. SM-1351). Finalmente, el yacimiento de *Closos de Can Gaià* se encuentra más alejado de fuentes de agua salada, lo que podría sugerir la utilización de agua dulce para confeccionar la cerámica. En este sentido, la hipótesis queda planteada y deberá ser confirmada con futuros estudios experimentales que aborden los efectos de limpiar las piezas con ácido clorhídrico e hidratar las pastas con agua dulce o salada.

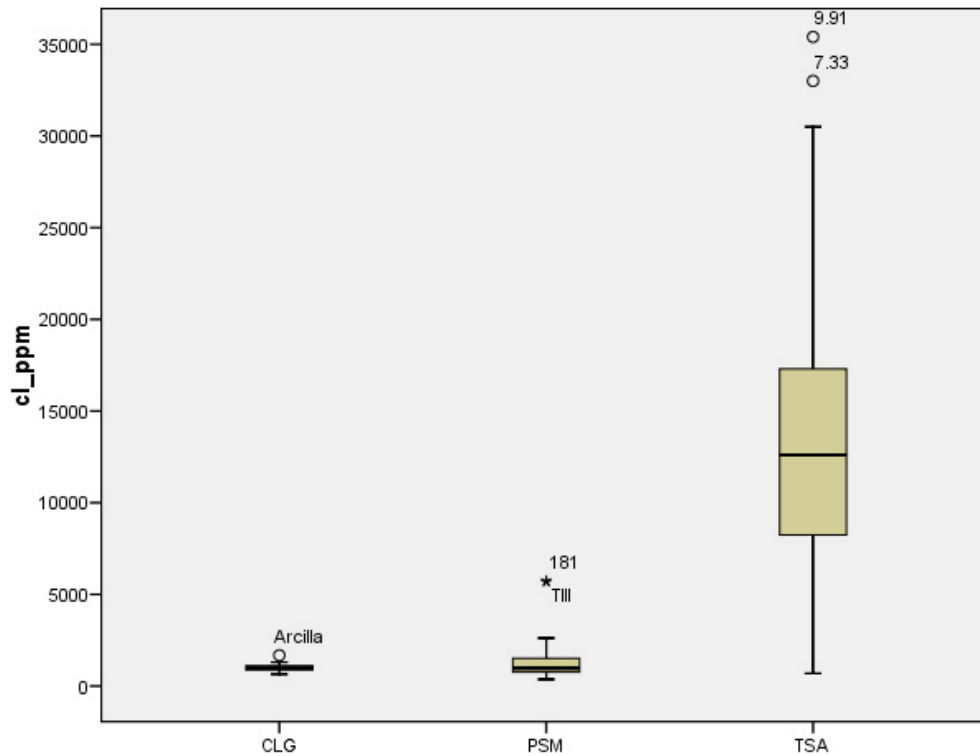


Figura 208. Diagrama de cajas mostrando la tendencia central y los extremos de la cantidad de cloro de las muestras cerámicas según yacimiento: *Closos de Can Gaià*, *Puig de Sa Morisca* y *Turó de les Abelles*.

15.5. Conclusiones.

En este último apartado del análisis de materiales arqueológicos se ha abordado el fenómeno de las alteraciones postdeposicionales de la pasta. Con ello se ha realizado, por un lado, un acercamiento más profundo a la composición de las pastas y a la existencia de posibles contaminaciones que puedan haber inferido en las conclusiones obtenidas del estudio de la composición de las piezas así como en las distintas agrupaciones químicas y mineralógicas realizadas. En este sentido, se ha comprobado que, *a priori*, ninguna de las alteraciones documentadas afecta a las producciones establecidas puesto que elementos como el cloro, el fósforo o el calcio no se han utilizado a la hora de establecer los distintos grupos de referencia asociados a los de materiales.

Por otro lado, se ha obtenido una representación de algunas de las fases postdeposicionales más habituales en las cerámicas prehistóricas fabricadas en Mallorca de modo que esta aproximación supone un precedente que puede ser de utilidad, tanto en futuros estudios centrados en la investigación arqueométrica de piezas cerámicas prehistóricas mallorquinas, como en actuaciones que impliquen la gestión y la restauración de materiales arqueológicos cerámicos prehistóricos en Baleares.

Podemos sintetizar las conclusiones obtenidas en varios puntos:

Por un lado, las piezas de *Closos de Can Gaià*, especialmente algunas del Bronce Final ligadas a la producción CLG-B1, han mostrado mayores concentraciones de fósforo. Este fenómeno puede estar ligado a tres factores: 1) a la utilización de una materia prima con mayores cantidades de este elemento de partida, 2) a la utilización de la cerámica para contener determinados tipos de productos orgánicos, 3) a la fijación del fósforo procedente del sedimento durante el proceso de deposición de las piezas.

Dentro de las fases postdeposicionales que suelen ser usuales en cerámicas calcáreas podemos descartar la cristalización de zeolitas. Ello se debe a que las cerámicas, incluso aquellas singulares de *Closos de Can Gaià* que constituyen las únicas que presentan indicios de ligera sobre-cocción, no han sido expuestas a la suficiente temperatura para la cristalización de analcima. Todo ello constituye un indicador más de que la temperatura de cocción de las piezas fue relativamente baja. En todo caso, estas cerámicas ligeramente sobre-cocidas o que han alcanzado una mayor temperatura pueden presentar durante la fase de enterramiento la re-cristalización de calcita secundaria parcialmente alóctona, relacionada con la cristalización del calcio libre que permanece disociado tras la cocción de las piezas.

En lo que se refiere a las alteraciones de la pasta ligadas a procesos tafonómicos tenemos que señalar que la más usual en las cerámicas estudiadas consiste en la fijación de calcita secundaria totalmente alóctona. Este tipo de alteración puede presentarse únicamente en la superficie de las piezas o bien puede llegar a introducirse por la matriz hasta alcanzar el núcleo de la cerámica. En relación a esta calcita secundaria son las piezas con materia vegetal, con abundantes macro-poros conectados con las superficies, las más propensas a presentar este tipo de fases en la matriz, ya que ésta se infiltra por los poros dejados por la combustión de la materia orgánica.

Finalmente, se ha documentado como la limpieza de las piezas por parte de los arqueólogos con ácido clorhídrico, antes de que éstas fueran almacenadas definitivamente, pudo favorecer la fijación de altas concentraciones de cloro en las pastas. Este aspecto debe tenerse en cuenta a la hora de realizar una correcta lectura de los datos obtenidos y resulta muy interesante ya que, en las colecciones de materiales procedentes de excavaciones antiguas, realizadas en los años 60 y 70, las piezas solían limpiarse primero con este material. Parece ser, que ésta constituía una práctica generalizada de modo que, supone una alteración que puede evidenciarse muy común a medida que se vayan analizando pastas procedentes de depósitos de museos y excavaciones antiguas. En todo caso, se ha confirmado que este proceso de limpieza no ha alterado los carbonatos presentes en la pasta que se conservan bien cuando se examinan con métodos ópticos. Si bien esta es la explicación más plausible para explicar los altos niveles de cloro en las piezas del *Turó de les Abelles* no se puede descartar que éste se deba también a la utilización de soluciones salinas por parte de los alfareros para hidratar las arcillas antes del modelado o a su deposición en un ambiente que pudo ser eventualmente salino.

CAPÍTULO 6

**PRODUCCIÓN CERÁMICA Y CADENA OPERATIVA DE
FABRICACIÓN:
MATERIAS PRIMAS, TÉCNICAS Y SECUENCIAS**

16. TECNOLOGÍA Y CADENA OPERATIVA: MARCO TEÓRICO.

Introducción.

La realización de este capítulo dedicado a la cadena operativa tiene la finalidad de establecer una conexión explícita entre objetos y técnicas o, dicho de otro modo, entre materia y pensamiento. Los objetos constituyen entidades físicas que ocupan espacio y que son recogidos y estudiados por los arqueólogos como evidencias. Por su parte, las técnicas se relacionan directamente con acciones humanas que se realizan en la producción o la utilización de los objetos. Esta distinción supone realizar inferencias de un orden que supera el de los propios objetos a la vez que va a resultar el mecanismo que permita abordar el complejo entramado social que subyace detrás de los objetos y las propias acciones técnicas realizadas por los agentes. En este sentido, mediante este procedimiento se pretende separar, explícitamente, la descripción de la interpretación, estableciendo, sin embargo, una clara conexión entre ambos procesos (Dobres y Hoffman 1994; Sigaut 1994; Dietler y Herbich 1998; García Rosselló 2008: 71).

Esta división entre la descripción y la interpretación de los objetos debe establecerse sólo a nivel heurístico puesto que, en la realidad, los rasgos de los artefactos recogidos y analizados van a ser los que proporcionen evidencias sobre las técnicas empleadas por los alfareros y otras personas en los procesos de producción, intercambio y uso, entendidos éstos como parte de una actividad social y simbólica. Se precisa, por tanto, de una metodología analítica íntegra que permita definir y organizar las conductas de los alfareros relacionadas con los rasgos de las cerámicas en cada una de las etapas de su proceso de fabricación. Un marco teórico-metodológico adecuado para abordar este tipo de cuestiones lo constituye la *Cadena Operativa* puesto que ésta abarca y ordena secuencialmente todas las fases posibles en la fabricación de los artefactos: obtención de la arcilla, procesado de la pasta, modelado, secado, decoraciones, tratamientos de superficie, proceso de cocción de la pieza, etc. En todas y cada una de estas fases se utilizan determinados espacios y recursos, tanto materiales como humanos, por lo que este concepto se refiere, también, a este tipo de agentes activos en el proceso de creación de los artefactos. Algunos autores van más allá del proceso de fabricación y llegan incluso a incluir dentro de este esquema a otros aspectos relacionados con el uso y la función de los artefactos (Prieto 2006).

En definitiva, en este apartado se consideran los objetos y los patrones según los que éstos se organizan en función de su relación con determinadas actividades y conductas humanas. Es aquí donde se considera lo que podemos distinguir, y lo que permanece materialmente, acerca de actividades que realizaron las personas en el pasado y que nosotros registramos como datos y como enlaces entre distintos grupos de datos. Es dentro de este proceso donde se pone en evidencia la complejidad existente en las relaciones que hay entre sujeto y objeto. En este sentido, se trata de visualizar a las personas que están detrás de los artefactos, puesto que la cultura material se convierte en un transmisor de información del comportamiento de los individuos que la generaron (Carreras y Nadal 2003).

Sin embargo, debemos considerar también que en la propia investigación, incluso en los trabajos que se basan en modelos numéricos, se produce cierta conexión entre el arqueólogo y el patrón observado por él en los artefactos. Hay que valorar la posibilidad de que estos enlaces que ha creado el arqueólogo pueden estar muy alejados de las conductas existentes en el pasado, puesto que existe cierto grado de interpretación que está condicionado por el propio contexto teórico, científico y social en el que se ubica el investigador. En definitiva, éste es el último responsable a la hora de establecer la significación de las relaciones que se establecen entre artefactos, individuos y entorno (Van der Leeuw 1984).

Para minimizar las implicaciones contextuales del investigador y afrontar este tipo de estudios desde una perspectiva más rica y amplia se propone la utilización de referencias de base etnográfica, etnoarqueológica y etnoarqueométrica. Esta aproximación se complementa a través de la experimentación cerámica como forma de dar respuesta a problemas arqueológicos concretos que surgen a lo largo de la investigación. Ambas estrategias pueden resultar importantes a la hora de validar la viabilidad de la utilización de determinadas técnicas y valorar el significado cultural potencial de las mismas (Schiffer y Skibo 1987; Colomer Solsona 2005).

Como observan algunos autores, a la vez que se documenta una tendencia hacia la fragmentación de los estudios ceramológicos, también se asiste a una convergencia hacia el estudio de la tecnología como un marco teórico-metodológico válido para afrontar aspectos extra-tecnológicos. Desde el momento que la arqueología comprende el estudio de la cultura material, la identificación de la diversidad técnica resulta muy útil en la reconstrucción de los contextos sociales y culturales de las sociedades arqueológicas. Resulta vital realizar un acercamiento desde los datos arqueológicos hacia inferencias tecnológicas, puesto que son éstas las que van a permitir establecer conexiones con el contexto en el que se desarrolla la producción de los artefactos (Rice 1984b; Lemonier 1976, 1986, 1989, 1993, 2004; Latour y Lemonier 1994; Tite 1999; Martineau 2001; Roux 2003).

16.1. Técnicas, cadena operativa y tecnología: conceptos básicos.

Antes de iniciar el estudio de las distintas técnicas y secuencias que se han podido constatar mediante la observación, el análisis y la agrupación de las pastas cerámicas, se va a realizar una breve aproximación a una serie de conceptos básicos que resultan ineludibles a la hora de afrontar la significación de las interpretaciones extraídas, así como la importancia de su determinación dentro de los estudios arqueológicos. En este sentido, se va a abordar la trascendencia que tienen en los estudios de cerámica arqueológica el estudio de las técnicas, las cadenas operativas y de la propia tecnología. Todos ellos son conceptos que van estrechamente relacionados entre sí, y también con la propia sociedad, pero que, sin embargo, se refieren a distintos niveles de análisis, y por tanto, requieren de aclaraciones y matizaciones.

Como señala Sigaut (1994), las técnicas y las secuencias técnicas que podemos documentar en el registro forman parte de una disciplina más amplia, el estudio de la “tecnología”. Dentro de los estudios tecnológicos, la cadena operativa constituye un modo de organizar las técnicas que tiene como objetivo permitir el establecimiento coherente de las características y la significación de la tecnología que utilizan individuos de diferentes sociedades. Por su parte, el estudio de la propia tecnología nos acerca hacia su rol en la sociedad, tanto como agente estructurado como estructurador, por lo que se convierte en un aspecto de vital importancia en arqueología. En este sentido, aunque los conceptos de cadena operativa, técnicas y tecnología están estrechamente relacionados, a continuación, se procede a abordar individualmente y por separado cada uno de ellos.

16.1.1. Técnicas: gesto técnico y elección tecnológica.

Antes de abordar conceptos relacionados con la propia cadena operativa y la tecnología debemos detenernos en el significado que se otorga a las técnicas, ya que éstas representan, al igual que un alfabeto, el primer nivel de codificación de los procesos tecnológicos cuyos elementos conformadores son uno de los parámetros que van a posibilitar, en definitiva, una conducta tecnológica. Así pues el *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española* define el término *técnico* (del latín *technicus*, y éste del griego *τεχνικός*, de *τέχνη*, arte) con varias acepciones que resultan interesantes, puesto hacen referencia a significados diferenciados:

a) Aquellos que vinculan las técnicas con determinados procedimientos ligados a artes, oficios y ciencias: Este enunciado se corresponde perfectamente con la primera acepción donde se señala como técnica a aquello “*Perteneciente o relativo a las aplicaciones de las ciencias y las artes*”. Dentro de este apartado podemos señalar que el término técnica se emplea “...*exclusivamente, y con sentido distinto del vulgar, en el lenguaje propio de un arte, ciencia, oficio, etc.*”, también se utiliza para designar el “*Conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia o un arte.*”

b) Aquellos que vinculan a las técnicas como estrechamente vinculada con los seres humanos: en este sentido se observa una clara relación entre las técnicas y las habilidades y los conocimientos que presentan, requieren y adquieren los individuos para llevar a cabo una determinada acción tecnológica. De este modo se entiende también como técnico a aquella “*Persona que posee los conocimientos especiales de una ciencia o arte*”, o que posee la “*Pericia o habilidad para usar de esos procedimientos y recursos*”. Finalmente, en esta segunda variante, también podemos observar que las técnicas tienen la finalidad de satisfacer una serie de necesidades que poseen los seres humanos y la forma de hacerlo es, precisamente, a través de las técnicas. Por tanto, una técnica comprende también a la “*Habilidad para ejecutar cualquier cosa, o para conseguir algo.*”

Estas distintas formas de entender el universo que envuelven a las técnicas han sido asimiladas dentro de los propios estudios de tecnología cerámica de forma que se ha llegado a una posición donde las técnicas suponen un enlace entre las personas, los oficios y los materiales. De este modo, podemos sintetizar que las técnicas constituyen un conjunto de procedimientos que utilizan las personas que se dedican a un oficio, en el proceso de fabricación de un objeto a partir de una serie de materiales. En este proceso, los individuos participan con su pericia y saber en la consecución del mismo (García Rosselló 2008: 44). Esta definición básica puede ampliarse con la acepción que otorga P. Pfaffenberger (1992: 497) *“Techniques refers to the system of material resources, tools, operational sequences and skills, verbal and non-verbal knowledge, and specific modes of work coordination that come into play in the fabrication of material artefacts”*.

Dentro de los estudios arqueológicos el estudio de las técnicas adquiere una nueva dimensión desde el momento que introducimos el concepto de elección tecnológica (*technological choice*). Las técnicas y los materiales que se utilizan en los procesos de fabricación de aquellos artefactos que van a satisfacer determinadas necesidades humanas constituyen, en parte, elecciones que realizan los alfareros. Mediante ellas los alfareros determinan las propiedades formales y los atributos de los artefactos que fabrican. Cada elección tecnológica que realiza el artesano tiene repercusiones sobre una o más propiedades formales del producto final.

Como señalan Sillar y Tite (2000: 3) *“The production of every pot requires the potter to make a series of ‘choices’ selecting from a range of possible raw materials, tools, energy sources, and techniques. In this sense every pot is the unique result of a series of choices between alternative techniques...”* Según estos autores, el concepto de cadena operativa supone, además, un procedimiento adecuado para observar estas elecciones *“One of the best ways to do this is to reconstruct the production process looking at each step in the operational sequence and questioning the choice of the particular techniques and tools used”*.

De esta forma, cada comunidad humana posee, potencialmente, una serie de posibilidades a la hora de fabricar un artefacto que dependen de múltiples factores tanto ecológicos o medioambientales como sociales, históricos, etc. Dentro de las posibilidades existentes los seres humanos deben escoger y éste es precisamente un paso reflexivo, en el que los individuos, por determinadas razones conscientes u inconscientes, hacen las cosas de una forma y no de otra.

Cuestionándonos estas elecciones, sus posibles causas y consecuencias, abordamos aspectos de la producción de los artefactos que van más allá de los propios objetos, puesto que se relacionan con las necesidades de los seres humanos y las decisiones que éstos toman para satisfacerlas de acuerdo con unas posibilidades y un determinado espacio social.

Como se ha señalado, al realizar gestos técnicos, es decir al utilizar materiales y técnicas con propiedades características, los alfareros también van a definir el proceso de fabricación y su organización, el aspecto final del artefacto, así como la función potencial del mismo. Por tanto, el alfarero no decide sólo sobre sus propias acciones sino que también va a influir sobre las conductas o actividades que van a desarrollar otros individuos ligados con el objeto. Dentro de este contexto, determinadas elecciones tecnológicas favorecen un producto final con unas determinadas características, por lo que el estudio de los propios objetos y el establecimiento de las técnicas utilizadas para fabricarlos adquiere una mayor trascendencia al permitir abordar la interacción que se produce entre las personas, los recursos, los artefactos y sus procesos de fabricación, uso y mantenimiento (Van As 1984; Van der Leeuw 1984; Schiffer y Skibo 1987; Sillar 2000, Sillar y Tite 2000; Schiffer 2004; Jones 2004; De la Fuente 2007; Gosselain 1994, 2008).

En definitiva, se puede señalar que los gestos técnicos van más allá de su mera vertiente material y constituyen un hecho social. Las técnicas forman parte de la propia sociedad y, por tanto, de la misma realidad. De este modo, como señala (Cresswell 2003) “...*toute étude technologique part du principe que, parmi les productions sociales, figurent les techniques*”. Este autor también ensalza “...*la pertinence des techniques pour l’analyse des entrelacs d’un système social ou a fortiori symbolique.*”. Así pues, cuanto mejor podamos caracterizar y aproximarnos a las técnicas utilizadas en el pasado, en mejor disposición estaremos de acercarnos a una visión más compleja de la tecnología y por extensión de la propia realidad social (Sigaut 1994).

16.1.2. Introducción al concepto de Cadena Operativa.

Cada técnica que emplea un artesano constituye un *Proceso Tecnológico Pormenorizado* (Calvo *et al.* 2004b; García Rosselló 2008: 81), sin embargo, la fabricación de un objeto comprende la utilización de un conjunto de técnicas y materiales que van más allá de los meros gestos técnicos individuales o aislados. De este modo, el concepto de cadena operativa supone, al englobar todas las técnicas y materiales utilizados en la fabricación de un artefacto, la superación de la simple adscripción o relación de técnicas pormenorizadas. Las cadenas operativas implican, por tanto, recetas que constituyen una serie de pautas sociales que regulan el proceso de fabricación, desde las materias primas utilizadas hasta la obtención del producto final, y que son consecuencia del conocimiento adquirido por un individuo como resultado de una conducta tecnológica y social (Schiffer y Skibo 1987; Colomer 2005). Suponen, por tanto, una secuencia operacional donde se produce una consecución de acciones concretas en las que participan materiales y herramientas determinadas y donde se solventan los problemas que surgen durante el proceso de fabricación de una forma específica.

El concepto de cadena operativa fue desarrollado inicialmente por Leroi-Gourhan (1943, 1945, 1964 y 1965) e inspirado en la obra de Mauss (1935), y ha sido un instrumento fructífera y largamente utilizado a la hora de realizar análisis tecnológicos (Cresswell 1976 y 1983; Lemonier 1976, 1986, 1991 y 1992; Pelegrin *et al.* 1988; Edmons 1990; Schlanger 1994; Delaporte 1991; Sellett 1993; Gosselain 1992 y 2002; Van der Leeuw 1993; etc.¹⁰³). Aunque Mauss y Leroi-Gourham nunca publicaron una definición específica del concepto de cadena operativa, éste se haya presente a lo largo de su obra, como se puede observar en la siguiente cita “*A technique est à la fois gest et outil, organisés en chaîne par une véritable syntaxe qui donne aux séries opératoires à la fois leur fixité et leur souplesse*” (Leroi-Gourham, 1964: 164). En cualquier caso, será en la obra de Marcel Maget (1953: 36), en la que se empezará a hablar específicamente de cadena de fabricación y de operaciones técnicas secuenciadas. Este autor insistirá en la necesidad de estudiar las actividades como una película en escenas o fases, llegando al gesto elemental o átomo de acción (Desrosiers 1991).

¹⁰³ Centrándonos únicamente en el ámbito de la tecnología cerámica y, por tanto, sin entrar en otros campos en los que este concepto ha sido profusamente utilizado, como en el de la tecnología lítica.

Las propuestas de Mauss, Leroi-Gourhan y Maget tuvieron una extraordinaria aceptación entre los investigadores que estudiaban la talla lítica¹⁰⁴, y no será hasta mediados de la década de los setenta del siglo XX, cuando esta herramienta interpretativa se aplicará al estudio del proceso de fabricación de la cerámica. En este sentido, destacan los trabajos precursores de Rye (1981), Lemonnier (1976), las investigaciones de Balfet (Balfet 1965 y 1975) y en especial sus trabajos sobre la alfarería del norte de África (Balfet 1973), así como la tesis doctoral de Van der Leew (1976). Durante la década de los ochenta, éste concepto se desarrollará y mejorará su aplicación al estudio de los procesos de fabricación de la cerámica, con aportaciones importantes desde la escuela “*Techniques et Culture*” del CNRS (Creswell 1986; Lemonnier 1986; Balfet 1991, etc.) y desde el Instituto de Tecnología Cerámica de Leiden (Franken y Kalsbeek 1969, 1975 y 1984; Van As 1984 y 1987; Van der Leeuw 1976a y b, etc.), Sin embargo, no será hasta finales de los años ochenta y principios de los noventa, cuando los datos arqueológicos cerámicos serán analizados de forma sistemática a través del concepto de cadena operativa (Gosselain 1992; Roux 1994; Gelbert 2000; Livingstone-Smith 2001).

En general, las primeras aproximaciones tecnológicas realizadas en base al concepto de cadena operativa entienden el proceso físico de manufacturación de un objeto como una mera adquisición de habilidades relacionada claramente con una vinculación entre técnica y progreso. En estos estudios primerizos la tecnología es observada en un sentido evolucionista o bien en estrecha relación con procesos de adaptación al medio en un sentido funcionalista¹⁰⁵ (Sigaut 1994; Prieto 1999). Posteriormente, en los años 80 y desde la antropología, la sociología así como desde enfoques estructuralistas, se introduce un nuevo punto de vista del término *tecnología*, ahora vinculado al sistema simbólico y social de valores de las sociedades que realizan los gestos técnicos constatados. Es precisamente a raíz de estas nuevas tendencias cuando el estudio de la cadena operativa adquiere un mayor potencial teórico-metodológico apto para articular un discurso interpretativo de los fenómenos sociales ligados a la tecnología de los artefactos (Lemonnier 1986 y 1990; Sillar y Tite 2000; Martinon-Torres 2002; Creswell 2003; Colomer 2005; Vidal y García 2009).

¹⁰⁴ A modo de ejemplo se pueden citar Karlin *et al.* (1988), Pelegrin *et al.* (1988), Pelegrin (1990), Karlin (1991), Geneste (1991), etc.

¹⁰⁵ A pesar de las limitaciones que presentan estas corrientes teóricas procesuales desde la óptica actual a ellas debemos el inicio, en los años 60 (Shepard 1956; Matson 1965), de los estudios de tecnología cerámica y la superación de los estudios exclusivamente tipológicos en nuestra disciplina (García Rosselló 2008: 46).

Como señala J. García Rosselló (2007 y 2008: 79), actualmente el concepto de cadena operativa supone un protocolo que permite identificar los procesos técnicos que utilizan los individuos para la obtención de una determinada cultura material. De este modo, la aplicación de la cadena operativa y el estudio de la tecnología cerámica desde distintas tendencias y puntos de vista se han consolidado en las investigaciones y parece ciertamente factible caracterizar el proceso de fabricación de los artefactos con bastante detalle. Ello ha sido, en gran parte, gracias al perfeccionamiento de métodos de análisis macroscópicos y arqueométricos, así como al avance de los programas experimentales y los estudios etnográficos que han permitido conocer y articular la abundante información referida a las distintas fases y fenómenos que caracterizan el proceso tecnológico de fabricación.

En este sentido, la aplicación de técnicas analíticas en el estudio de la cerámica que proporcionen información sobre la forma en la que se han seleccionado arcillas, fabricado pastas y producido las cerámicas resulta especialmente útil en el momento en que estos estudios informan sobre formas de hacer y, por tanto, sobre recetas tecnológicas. Una vez llegados a este estadio, las conclusiones obtenidas, sintetizadas en cadenas operativas, superan la dimensión de los propios objetos y la mera definición de entidades arqueológicas (Colomer 2005). Sin embargo, hay que señalar, que esta cadena operativa es un proceso analítico construido por los investigadores utilizando como base conductas que resultan visibles mediante el estudio de la cultura material. En muchos casos, las propias sociedades que hacen cerámica a mano entienden sus acciones, tradiciones y gestos técnicos vinculados a la producción cerámica en base a explicaciones distintas a las normativas científicas (Vidal y García 2009).

A pesar de estas limitaciones, el estudio de la cadena operativa, es decir, de los paquetes tecnológicos, nos conduce a determinadas secuencias de conductas de modo que cuanto más completa sea la aproximación a estas cadenas operativas más acciones humanas conoceremos (Schiffer 2004). Como señalan Sillar y Tite (2000: 4), mediante la cadena operativa “...acts are linked together to transform raw materials into consumable products, this includes the order of the techniques, the frequency with which they are repeated, and the locations at which they take place”.

En definitiva, el estudio de la cadena operativa dentro de determinados contextos histórico-sociales constituye el método más indicado para consignar aspectos relacionados, entre otros, con la organización de la producción, el cambio en la cerámica, los mecanismos de transmisión de los conocimientos utilizados en la producción y las cualidades del producto. En este sentido, el estudio de la cadena operativa puede aproximarnos también a parámetros ligados a la producción de los artefactos como el grado de facilidad de manufacturación y la durabilidad de los artefactos (Van As 1984; Schiffer y Skibo 1987). Como señala P. Prieto (1999: 76) la cadena operativa es un “...útil analítico e interpretativo que permite realizar una descripción ordenada de las características de la cerámica, detallar los patrones de regularidad formal y concretar las variantes dentro del modelo definido.”

16.1.3. Tecnología y cerámica.

Además de este desarrollo teórico-metodológico dentro del mundo de las técnicas paralelamente también se ha producido la correspondiente reflexión del propio concepto de *tecnología* (Dietler y Herbich 1998; Sillar y Tite 2000) donde se ha pasado de una visión evolucionista y funcionalista del mismo hacía otras tendencias que consideran que “...tecnología es, ante todo, una forma de hacer cosas que implica a la vez un objetivo, un modo y un saber... la tecnología constituye la dimensión social de la técnica” (Castro Martínez *et al.* 2008: 620).

Cada proceso tecnológico efectuado para crear un determinado artefacto implica una secuencia más o menos elaborada de conductas que son el resultado de una serie de elecciones tecnológicas determinadas (García Rosselló 2008: 44). De este modo, la creación de un objeto implica una serie de interacciones entre las personas y una o más tecnologías¹⁰⁶ que afectan desde los procesos de fabricación hasta los de uso, mantenimiento y deposición. De esta forma, por ejemplo, los alfareros seleccionan determinados materiales y cantidades, cómo arcillas y desgrasantes, y fabrican las piezas siguiendo formas y secuencias concretas.

¹⁰⁶ El concepto de tecnología engloba aquí desde los procesos de selección de materia prima y formas de fabricación de cerámicas hasta sus múltiples funciones y significados (Schiffer 2004).

Para abordar el significado que le damos a la tecnología en la sociedad actual volvamos a definiciones consensuadas. De este modo, el *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española* define el término *tecnología* (del griego arte y tratado) en base a cuatro acepciones:

- Conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico.
- Tratado de los términos técnicos.
- Lenguaje propio de una ciencia o de un arte.
- Conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto.

Se observa que las acepciones recogidas por la R.A.E. no señalan explícitamente la dimensión social de la tecnología, un fenómeno que, en mi opinión, se minimiza y enmascara en las sociedades occidentales actuales. Sin embargo, se hace hincapié en la estrecha relación existente entre aspectos materiales, técnicos así como a los conocimientos necesarios para producirlos. De este modo, tecnología puede considerarse como “...*el estudio de los oficios, los medios técnicos y los procedimientos empleados...*” (García Rosselló 2008: 44).

Sin embargo, en el sentido según el que se entiende a la tecnología en este trabajo, ésta implica aspectos que van más allá de la aplicación de determinadas técnicas, materiales y conocimientos. Si bien estos aspectos suponen la base instrumental de la que se sirve la tecnología, consideramos que ésta está claramente relacionada con la conducta y las acciones humanas en relación con su entorno social (Creswell 2003). En un sentido amplio, la tecnología se relaciona con la forma en la que las personas hacen las cosas (Sigaut 1994) de modo que la tecnología no consiste sólo en una serie de conocimientos y procedimientos básicos, así como en una serie de técnicas con las que podemos proveernos de cierta cultura material. La tecnología, y por extensión las técnicas y las cadenas operativas, representan un medio con el que los seres humanos, de forma consciente o inconsciente, tratamos de abordar una finalidad que va más allá de la propia materialidad.

Una vez aclarado este punto hay que abordar que relación se produce entre la propia tecnología, las cadenas operativas y las técnicas, y qué utilidad tiene su estudio en las investigaciones arqueológicas. Ya se ha señalado que existe cierta correspondencia entre el producto final y determinadas formas de fabricación de los artefactos¹⁰⁷. En este sentido, la utilización de distintas acciones, técnicas y materiales, puede condicionar la obtención de productos radicalmente distintos, proporcionando al individuo un medio con el que articular sus acciones y expresarse.

De este modo, desde la *Antropología de las Técnicas* (Lemonier 1986, 1993; Sigaut 1994) la utilización de determinadas cadenas operativas o secuencias de acciones, se considera cómo un aspecto que puede ser representativo y característico de una determinada sociedad. La repetición continuada, en el tiempo y en el espacio, de gestos y secuencias técnicas, es decir cadenas operativas, favorece la estabilización de formas concretas de *saber hacer*¹⁰⁸. Observando qué continuidades y rupturas se suceden en las conductas, y visualizadas éstas en las distintas fases de la cadena operativa, se pueden apreciar cambios en los esquemas de racionalidad.

Como señala P. Prieto (1999: 75) *“Las elecciones técnicas forman parte de un conocimiento tecnológico que no se reduce sólo a un hecho físico, sino que forma parte de un proceso mental que subyace y dirige nuestras acciones sobre el mundo material... la tecnología se puede entender como un saber...constituido por una serie de procedimientos técnicos y un conocimiento social que únicamente adquieren sentido dentro de un sistema simbólico dado”*.

En este sentido, caracterizando los artefactos se pueden asociar ciertos rasgos de los materiales con acciones técnicas concretas y, posteriormente, con secuencias de determinados gestos técnicos que proporcionan una tecnología determinada que sintetiza un modo particular de actuación y expresión a través de la cultura material que sólo tiene su razón de ser en un determinado contexto social (Balfet 1984; Stepoinatis 1984; Dobres y Hoffman 1994; Dietler y Herbich 1998; Stark 2003; Spataro 2004; Banning 2005: 164; Cobas y Prieto 1997; Prieto 1999; Colomer 2005; Prieto 2006; De la Fuente 2007; Vidal

¹⁰⁷ Etnográficamente, en zonas del norte de África, se ha observado la existencia de una estrecha relación entre el producto final, la cerámica, y el proceso de elaboración utilizado para su fabricación (Balfet 1984). En otros estudios, realizados en San Nicolás (Filipinas), se alude a que diferencias sociales entre los ceramistas se materializan en diferentes procesos técnicos y cerámicas. En algunos casos resulta posible identificar, a través de los productos, a un alfarero entre el resto del grupo (Longacre 1999).

¹⁰⁸ El *saber hacer* es la suma de los conocimientos operacionales y secuenciales producto de las representaciones mentales y, al mismo tiempo, de la acción de las representaciones mentales sobre la materia (Vidal y García 2009).

y García 2009). De este modo, como señalan V. Lull *et al.* (2008: 135) “...la secuencia y combinación de pasos técnicos y su modo de ejecución informa sobre la organización social y económica de la producción alfarera de una comunidad”.

El proceso de tradición tecnológica cobra sentido cuando consideramos que el final de la vida de un objeto culmina cuando éste ya no tiene ninguna función en la sociedad a la que perteneció ya que ha perdido las cualidades que le otorgan un valor social y cultural. El propietario de un objeto roto o estropeado, generalmente, buscará un sustituto en otro objeto de similares características. Esta cadena o ciclo social es el que posibilita y favorece el establecimiento de determinadas tradiciones tecnológicas, es decir productos elaborados y percibidos de forma parecida. De este modo, no sólo los productores participan del establecimiento de una tecnología sino que los usuarios participan del proceso ya que, normalmente, un individuo crea un objeto considerando una serie de necesidades básicas.

Productor y consumidor, dependiendo de la distancia vertical y horizontal existente, pueden mantener una estrecha interacción que se plasma en algunos rasgos de los objetos, por lo que la información obtenida del objeto informaría en última instancia sobre el conjunto de la sociedad. El estudio de los rasgos de los objetos proporciona por tanto, al mismo tiempo, información tanto de las características y necesidades del consumidor como del productor de la cultura material. En definitiva, “...el objeto habla de su origen y del contexto cultural de ese origen” (Carreras y Nadal 2003: 72; Vidal 2008).

Como se ha comentado, cada elección tecnológica que se realiza durante el proceso de fabricación tiene repercusiones sobre una o más propiedades formales del producto final. Sin embargo, estas acciones técnicas van a incidir también en el desarrollo de las diversas fases que configuran el proceso de fabricación, uso y mantenimiento. La importancia de reconstruir la cadena operativa en toda su complejidad radica en que las acciones del artesano se producen en relación al proceso de manufacturación de cerámica como un todo. De esta manera, limitaciones relacionadas con el impacto que tienen la utilización de determinados materiales y técnicas de fabricación en otras fases de la cadena operativa pueden minimizar la libertad de actuación de los alfareros en lo que se refiere a la elección de nuevas elecciones tecnológicas. En definitiva, todos las técnicas, materiales y agentes que intervienen directa o indirectamente en la producción están estrechamente relacionados entre sí, de modo que cambios en los materiales y/o en las técnicas utilizadas en una fase pueden implicar cambios en otras (Sillar y Tite 2000).

Esa interacción se ha denominado “*efecto polar*” puesto que unas fases del proceso de fabricación pueden maximizarse y, en cambio, otras minimizarse. Esta conjunción de procesos causales complejos entre distintas elecciones tecnológicas¹⁰⁹, es decir materiales y técnicas, constituye uno de los aspectos que posibilita la existencia de determinadas tecnologías. Cada tecnología comprende una compleja interacción de conductas y fenómenos que se manifiestan durante las fases de fabricación, uso y mantenimiento. Al mismo tiempo, como discutiremos más adelante, una tecnología se relaciona también con otras tecnologías permitiendo, a largo plazo, abordar aspectos que superan también el propio universo cerámico. En definitiva, cada decisión que adopta el individuo supone potencialmente una serie de compromisos donde algunos grupos de acciones pueden realizarse a expensas de otras (Van As 1984; Balfet 1984; Gibson y Woods 1990: 24).

Una vez se ha realizado una breve aproximación al concepto de tecnología y lo que ésta representa en la sociedad, resulta de vital importancia abordar también qué mecanismos esenciales, además del contexto cultural, posibilitan la existencia de determinadas tradiciones tecnológicas y su reproducción en determinados espacios y durante ciertos periodos de tiempo. De este modo, vamos a centrarnos en dos aspectos que son básicos para la consecución de una tradición tecnológica y que son a la vez causa y consecuencia: el establecimiento del conocimiento necesario para desarrollarla y la transmisión de dicho conocimiento entre los individuos (Schiffer y Skibo 1987). Estos dos fenómenos no son esenciales sólo para entender cómo se produce la cerámica, sino que son extensibles a todo el ciclo de vida de la cerámica, a los procesos de uso, intercambio y deposición.

¹⁰⁹ Por ejemplo, la adición de desgrasante puede minimizar la realización de paredes más finas y favorecer la aparición de una estructura con más micro-poros en la matriz, lo que a su vez tiene consecuencias en la eficiencia térmica de la pieza.

a) Conocimiento tecnológico.

Queda patente en la definición realizada anteriormente que toda tecnología lleva implícita unos conocimientos manuales, cognitivos y sociales que son necesarios para que ésta pueda desarrollarse. En toda operación tecnológica existen una serie de mecanismos, conscientes y/o inconscientes, que establecen una relación entre una determinada cadena operativa y el producto que final que se pretende de acuerdo a unas necesidades dadas de los individuos. De este modo, el conocimiento “científico” que está detrás de una tecnología y sus secuencias de operaciones puede no ser explícito o los artesanos pueden no ser capaces de articular los conocimientos científicos asociados a las distintas operaciones que realizan. Sin embargo, cada tecnología conlleva una serie de principios tecnológicos que son fundamentales.

Este aspecto se relaciona con lo que Schiffer y Skibo (1987) denominaron *techno-science*, según estos autores, resulta lícito abordar los conocimientos tecnológicos de una determinada sociedad desde la óptica de la ciencia aplicada actual. Los arqueólogos podemos acudir a la ciencia moderna para conocer la tecno-ciencia contenida en los productos así como los procesos mentales o los esquemas de racionalidad ligados a una determinada tecnología. Desde una perspectiva conductual se considera que las características de los artefactos se suponen relevantes para las actividades que debe satisfacer y el alfarero, en función de sus conocimientos, actúa en el proceso de producción de acuerdo con éstas.

Puesto que los individuos participan activamente en su contexto de vida, éstos son capaces de racionalizar las necesidades que poseen y adecuar sus acciones con el objetivo de dar una respuesta lo más satisfactoria posible, dentro de sus posibilidades, a los problemas que deben solventar. En la cerámica, esta conducta activa del individuo puede proporcionar un producto adaptado a las necesidades y, por tanto, altamente funcional. En base a estas premisas se trata de establecer, a partir del estudio de los artefactos con técnicas de análisis actuales, el valor que tiene cada característica del artefacto en relación a unas funciones concretas. Mediante este procedimiento se puede realizar una aproximación al conocimiento tecnológico que poseen los artesanos y, en definitiva, los individuos de una determinada sociedad.

En esta tendencia de base claramente funcionalista existen, por tanto, ciertas características de los objetos que son especialmente relevantes, ya que tienen un mayor peso en el proceso de diseño del artefacto. Comparando el peso de distintas variables en distintos grupos de artefactos podemos identificar si existen o no determinadas soluciones en los procesos de fabricación que puedan asimilarse a determinados conocimientos. Así se construye, a partir de la similitud, modelos centrados en los procesos de fabricación que constituyen un *output* de las elecciones tecnológicas realizadas por los artesanos según su conocimiento de los materiales y las necesidades que se derivan de la organización social y el estilo de vida que llevan.

En última instancia, estos outputs se relacionan también con factores que van más allá de los materiales y que pueden conocerse en base al establecimiento de una serie de hipótesis a partir de aquellas propiedades formales observadas en los objetos que se asocian a comportamientos y conocimientos del alfarero que no resultan estrictamente funcionales en términos prácticos o biológicos. Como se profundizará en posteriores capítulos, mediante este procedimiento se puede iniciar una labor investigadora fundamentada en hipótesis específicas planteadas en función de la tecnología de los artefactos. Ello se realiza evaluando el papel que cumple el conocimiento tecnológico de los alfareros en relación con los rasgos y la funcionalidad de las cerámicas, así como con el estilo de vida. Se pueden establecer hipótesis tecnológicas considerando el contexto socioeconómico, centradas en establecer la relación entre conocimiento, necesidades sociales y los cambios en los procesos de fabricación de los artefactos (Roux 2003).

Dentro de esta tendencia más conductual, los arqueólogos han tratado de establecer, a menudo tomando la etnología y la experimentación como medio de justificación, los conocimientos que tenían determinados productores y usuarios de sociedades pasadas. Si bien, en el caso de tecnologías prehistóricas, donde la etnografía resulta más limitada, se propugna que estos principios o outputs tecnológicos deben argumentarse científicamente y validarse principalmente mediante programas experimentales convenientemente diseñados. Solamente una vez que se ha realizado una aproximación a la tecno-ciencia que subyace en los objetos, a partir del establecimiento de la matriz de fabricación de cada artefacto, dispondremos del bagaje necesario para explicar la variabilidad tecnológica observada en el registro y las causas que favorecen el establecimiento, el mantenimiento y la ruptura de una tecnología.

Mediante estos procedimientos, los arqueólogos pueden desarrollar perfiles complejos de entendimiento de los materiales que analizan y abordar los esquemas mentales de los artesanos hacia niveles más altos de sofisticación. Siguiendo este esquema teórico de corte conductual se ha desarrollado e iniciado, por tanto, el estudio de las técnicas utilizadas en la producción cerámica así como algunos protocolos experimentales vinculados a la utilización de determinados materiales y técnicas observadas en el registro analizado. Los experimentos realizados se han centrado en dos fases que son básicas en el proceso de producción, el secado de las piezas y el proceso de cocción.

Si bien esta aproximación de corte funcionalista y conductual presenta aspectos que son *a priori* muy interesantes, presenta algunas carencias derivadas del papel sobredimensionado que se otorga al individuo a la hora de racionalizar las necesidades que tiene y las acciones tecnológicas que realiza. En este tipo de estudios se minimiza, por tanto, la importancia que tienen las propias estructuras por las que se rige la producción y reproducción de la sociedad en la conducta de los individuos. Por otro lado, se debe contemplar que una tecnología puede operar también en base a unos principios alejados de los funcionalistas, propios de una manera de concebir los objetos dentro de sociedad con esquemas occidentales.

En este sentido, hay que recordar que los artesanos pueden no comprender todos los fundamentos técnicos o funcionales que rigen una tecnología. Los individuos pueden aprender los procedimientos asociados a determinadas tecnologías por ensayo o error, o, sencillamente, pueden aplicar, mediante procesos de imitación, los gestos técnicos que comprenden una cadena operativa sin conocer los fenómenos científicos o funcionales ligados a la misma. En la realidad, estos fundamentos científicos no son estrictamente necesarios para conseguir un producto apto y simplemente resulta suficiente la aplicación de un protocolo determinado para obtener resultados satisfactorios.

De esta manera, en muchos casos, los artesanos encuentran la justificación de sus actos no en una base científica de corte occidental, sino en los contextos en los que desarrollan su aprendizaje y en los esquemas de racionalidad mediante los que se expresan a nivel ideológico, implicando tanto canales de comunicación verbal como no verbal. En este sentido, además de abordar los conocimientos técnicos que poseen los alfareros para desarrollar una producción, es igualmente importante conocer otros mecanismos y conocimientos, como las leyendas o los mitos, que posibilitan también el establecimiento y la permanencia de determinadas cadenas operativas y tradiciones

tecnológicas. Este aspecto nos lleva a tratar un aspecto fundamental a la hora de concebir una tecnología puesto que, tanto si el conocimiento científico de una tecnología es explícito o no, para su desarrollo en la sociedad se exige una adecuada transmisión de ciertos conocimientos ligados a determinados contextos de aprendizaje y esquemas de racionalidad así como a criterios de percepción acordados.

b) Transmisión de conocimiento tecnológico.

En este apartado simplemente se va a realizar una breve aproximación a los sistemas de transmisión de conocimientos puesto que este fenómeno y su importancia en la tecnología y la sociedad serán abordados con mayor profundidad en capítulos posteriores más centrados en la interpretación de los rasgos técnicos de las vasijas. Sin embargo, en esta primera aproximación al concepto de tecnología resulta vital, para completar una visión no sesgada del mismo, tener en consideración que las características formales que se observan en las cerámicas se definen contextualmente mediante relaciones, actividades e interacciones en la que participan los individuos.

Como señalan Schiffer y Skibo (1987: 595), una tecnología supone también “...*a corpus of artifacts, behaviors and knowledge for creating and using products that is transmitted inter-generationally.*” Resulta sumamente complicado estudiar la conducta humana en base a los artefactos sin considerar los procesos de aprendizaje e interiorización y expresión que realizan las personas. Los conocimientos referidos a muchas tecnologías pasan de generación a generación mediante mecanismos que, como las propias prácticas sociales, van más allá de las propias reglas explícitas. Se puede considerar que los objetos están estrechamente ligados a las personas y el mantenimiento de una tradición tecnológica, especialmente si ésta se concentra en pocos individuos, requiere de cierta continuidad social, es decir de un mantenimiento de los procesos de transmisión de los conocimientos y de los contextos de aprendizaje que van asociada a la misma (Van As 1984; Van der Leeuw 1984; Arnold 1999; Longacre 1999; Martineau 2001; Carreras y Nadal 2003; Schiffer y Miller 1999; Schiffer 2004).

Los contextos en los que se desarrolla el aprendizaje suponen un elemento necesario para la transmisión inter-generacional de las tradiciones tecnológicas. En estos contextos de aprendizaje se utilizan determinadas cadenas operativas de fabricación, uso y mantenimiento de los objetos para transmitir la información de unos individuos a otros.

En este apartado, se sitúan mecanismos como la imitación, la instrucción verbal, demostraciones visuales del proceso, e incluso el auto-aprendizaje a partir de ensayo y error. En este proceso, los propios objetos también participan del aprendizaje y resultan fundamentales para la adecuada transmisión de los conocimientos entre los individuos. Los artefactos son considerados también en la planificación que realiza el ser humano de su futuro y, por tanto, de sus acciones, ya que éste realiza esta tarea teniendo en cuenta a las personas, contextos y objetos que le rodean.

Estos mecanismos de aprendizaje se pueden conjugar con la adquisición de conocimiento a través del asesoramiento y la experiencia a partir de la continua práctica¹¹⁰ (Longacre 1999). De este modo, mediante la constancia y la práctica, los alfareros adquieren ciertos hábitos que tenderán a repetir inconscientemente. Si un alfarero no suele hacer habitualmente una acción éste no tendrá tendencia a realizarla en condiciones normales, a no ser que se presenten ciertos problemas o nuevas necesidades que requieran de nuevas interacciones con los materiales (Van As 1984).

En este sentido el asesor o informador, un individuo con más autoridad en la materia que el aprendiz y que ya ha asimilado la tradición tecnológica que va a transmitir, constituye un eficiente canal de aprendizaje. Este informador es capaz de transmitir, consciente o inconscientemente, los conocimientos más intangibles y mnemónicos, como los mitos y las leyendas, que se relacionan con determinadas formas de hacer. Los contextos narrativos, en muchas ocasiones de carácter mágico-religioso, que se relacionan con determinadas tradiciones tecnológicas tienen el objetivo de aumentar la probabilidad de un correcto aprendizaje y la adecuada aplicación de las acciones a realizar. Así pues, en el aprendizaje de una tecnología participan también activamente los esquemas de racionalidad de los individuos que, mediante mecanismos como los mitos, obtienen una base que resulta de gran utilidad a la hora de explicar y justificar las acciones que realizan. En definitiva, las respuestas que los artesanos pueden dar acerca del por qué de sus acciones pueden variar de una explicación científica y funcionalista de los procesos tecnológicos seguidos hasta verdades socio-ideológicas, conservadoras y autoritarias en términos de “es como siempre se ha hecho”.

¹¹⁰ Este tipo de prácticas tiene su reflejo en la cultura material por ejemplo en forma de juguetes (Nájera *et al.* 2006).

Se ha explicitado la finalidad del establecimiento de cadenas operativas basadas en secuencias técnicas como mecanismo capaz de explorar la existencia de determinadas tradiciones tecnológicas. Estas tradiciones están relacionadas estrechamente con determinados contextos sociales, funcionales e ideológicos en los que se produce la transmisión de conocimientos. Sin embargo, antes de realizar un análisis de este nivel, el primer paso consiste en realizar una aproximación a las distintas acciones técnicas pormenorizadas realizadas en cada fase de la cadena operativa por los alfareros en función de los atributos observados en los materiales. En esta aproximación también se debe prestar especial atención a las connotaciones tecnológicas que conlleva la utilización de determinados materiales y técnicas en el desarrollo del resto de fases de la cadena operativa. Las acciones que van realizando los artesanos durante el proceso de fabricación provocan alteraciones en la materia original en términos texturales, mineralógicos y físico-químicos provocando ciertos cambios en sus cualidades hasta la consecución del producto final. De esta forma, podemos sintetizar el estudio de la cadena operativa en las acciones que se asocian desde la gestión que se hace de las materias primas presentes en el entorno hasta aquellas que conllevan transformaciones en la arcilla durante las distintas fases de la cadena operativa llegando a la consecución del producto final.

Se pueden sintetizar las fases de la Cadena Operativa que más nos interesan¹¹¹ en las siguientes:

1. Selección y extracción de arcillas.
2. Preparación de la pasta.
3. Modelado de la pieza.
4. Secado de la pieza.
5. Tratamientos de superficie.
6. Cocción.

Esta estrategia de análisis permitirá el establecimiento de ciertas técnicas y materiales así como secuencias operativas utilizadas por los individuos en el pasado. Sin embargo, como se ha reseñado a lo largo de este apartado, el estudio de las técnicas, las cadenas operativas y, en definitiva, de la tecnología cerámica sólo adquiere verdadera significación cuando estos parámetros se sitúan dentro de un contexto determinado.

¹¹¹ Si bien hay que señalar que dentro de la cadena operativa de fabricación cerámica se documentan más fases (Calvo *et al.* 2004).

Esta contextualización de las cadenas operativas constatadas, situándolas en el marco de las sociedades protohistóricas de las Islas Baleares estudiadas se realizará en posteriores capítulos en los que se introduzca la información arqueológica y contextual disponible acerca de las mismas. Será en estos bloques finales cuando se aborde, por tanto, la verdadera significación de la tecnología observada en las cerámicas. De este modo, a continuación se realizará básicamente desde la caracterización de las distintas técnicas y materiales empleados en la producción de las cerámicas analizadas hasta la definición de las cadenas operativas constatadas, dejando, por tanto, de lado un estudio tecnológico en profundidad.

Para abordar este complejo proceso que supone el paso de materiales a técnicas se ha utilizado también un marco interpretativo notablemente enriquecido por estudios etnológicos así como por estudios experimentales realizados a partir de problemáticas arqueológicas. Como ya se señaló en la introducción, ambas disciplinas proporcionan una perspectiva más amplia de las soluciones técnicas que se pueden desarrollar en la alfarería tradicional y de la significación potencial, tanto técnica como simbólica, de las mismas.

De la misma forma, en este apartado, se ha tratado de relacionar los datos técnicos extraídos de las cerámicas con los datos disponibles de otros trabajos centrados en la cerámica producida por las comunidades prehistóricas de la Edad del Bronce (1750-1000 BC) y Hierro (1000-123 BC) de las Islas Baleares.

Finalmente, abordando las fases de fabricación cerámica, se puede obtener también una buena representación acerca de que fenómenos físico-químicos se pueden suceder durante los distintos procesos necesarios para la creación de materiales cerámicos, enfatizando su mutabilidad desde la materia prima cruda utilizada de partida hasta la obtención del producto al final del proceso. Señalaremos qué causas y fenómenos ocasionan divergencias en el plano físico-químico en los materiales cerámicos resaltando, además, el papel que tiene en este proceso de cambio de la materia el grado de actividad humana.

17. SELECCIÓN Y EXPLOTACIÓN DE ARCILLAS.

17.1. Marco teórico.

Los alfareros actuales que utilizan estrategias productivas de orientación doméstica, parecida a la que podían haber utilizado las comunidades prehistóricas en la fabricación de cerámica a mano, suelen percibir variables como el color, la textura, la presencia de ciertas partículas, el índice de plasticidad y el grado de salinidad para distinguir, y así seleccionar o rechazar, entre arcillas de distintas cualidades. En este proceso de percepción y selección tiene gran importancia, además, la experiencia y el uso previo que se ha realizado de los depósitos. La única forma que tiene un alfarero para estar seguro de que una arcilla resulta apta para la producción cerámica es hacer una vasija experimental. Según responda ésta durante las diferentes fases de fabricación el alfarero utilizará la arcilla o la modificará experimentando y mezclando con otras arcillas o desgrasantes disponibles. Si, finalmente, la arcilla es rechazada el alfarero buscará otra materia prima en una localización distinta. De esta forma, la experimentación con arcillas y desgrasantes puede contribuir a aumentar la variabilidad en las cerámicas (Arnold 2000).

Sin embargo, ciertos estudios etnológicos han documentado que el uso que hacen de los recursos las sociedades alfareras no depende únicamente de aspectos técnicos, medioambientales o funcionales. La selección y utilización de ciertas materias primas aparece también fuertemente influenciada por aspectos sociales y culturales. En este sentido, el uso y abandono de vetas de arcilla puede resultar un potente indicador cultural que debe considerarse en la interpretación que se hace de la gestión de materias primas. Del mismo modo, divergencias en los recursos utilizados a nivel sincrónico pueden constituir un reflejo de una situación de dialéctica social. A pesar de que la calidad de la arcilla determina en parte su selección, en ciertas ocasiones, otros factores como los sociopolíticos, pueden dictaminar, incluso por escrito, que recursos deben ser usados y en qué forma, incluso si éstos proveen arcilla de una peor calidad que la existente en otros emplazamientos¹¹² (Drake 1972: 19; Llabrés 1977: 32; Echalié 1984; Gosselain 1994;

¹¹² Por ejemplo, en regiones como Chinatula y Sacojito (Guatemala) los alfareros prefieren utilizar arcillas blancas para su producción a pesar de que también tienen a su disposición arcillas rojas de más calidad (Arnold 2000).

Arnold 2000; Neupert 2000; Stark *et al.* 2000; Cooper 2002: 13; Laviano y Muntoni 2003; González 2005; Gosselain y Livingstone 2005; Martineau *et al.* 2007).

En la selección de la arcilla influirán, por tanto, una serie de factores:

- a) Percepción potencial de los recursos: Las posibilidades para percibir y clasificar recursos de distinta calidad van a influir en la forma en que se gestionan las arcillas del entorno. Mientras existen alfareros que realizan una clasificación de los recursos en base a criterios perceptivos (Wilshusen y Stone 1990), se constata la existencia de grupos, como en Quinoa (Perú), que no pueden predecir la calidad de la arcilla en términos mineralógicos ni conceptualizarla de forma homogénea a partir de sus cualidades físicas. Ello se debe a que la variabilidad que puede observarse a veces dentro de un mismo depósito limita el establecimiento de criterios de percepción comunes de la arcilla, siendo por tanto, las pastas que se fabrican en la región, muy heterogéneas (Arnold 2000).

- b) Organización espacial: La organización del asentamiento humano en el territorio y su relación con los recursos disponibles van a determinar una mayor preferencia por explotar determinadas materias primas. Como se ha señalado anteriormente, los recursos se sitúan dispersos por el territorio de modo que pueden existir algunas tendencias de explotación preferencial en función del patrón espacial adoptado y de ciertas estrategias de visibilidad. La presencia de hábitats y recursos arcillosos dispersos tiene una plasmación directa en variabilidad de la cerámica. De modo que, un patrón de asentamiento concentrado, sedentario y estable, favorecerá la utilización de las mismas materias primas o recursos similares, reduciendo la variabilidad de las materias primas utilizadas en la producción. Sin embargo, *“The potential effect of settlement patterns on paste variability cannot be ascertained, however, until a full range of the potential sources of ceramic raw materials are sampled and their natural variability is assessed”* (Arnold 2000: 11).

- c) Distancia a los recursos: Esta variable tiene una plasmación en términos energéticos. Como se ha señalado anteriormente, por regla general, se tiende a explotar el área más cercana (<4 km), en relación al lugar en el que se realizan la mayor parte de las actividades cotidianas, incluido donde se confeccionan las cerámicas. Estos dos últimos puntos son interesantes ya que sugieren que empleando una estrategia que combine el estudio espacial del asentamiento humano y los recursos con su caracterización y la posterior comparación con los productos cerámicos podemos obtener un alto grado de información relacionada con los factores que determinan los recursos explotados dentro del territorio. La distancia a determinados recursos arcillosos puede condicionar también el emplazamiento y las dinámicas de ocupación de grupos alfareros y no alfareros en el territorio (Gosselain 2008; Albero y Puerta 2009).
- d) Patrones de tenencia y uso de la tierra: Normalmente la extracción de arcilla, realizada en la superficie, resulta un agente de destrucción de los nutrientes que están en los suelos. Ésta pueden llegar a ocasionar múltiples perforaciones en los sedimentos, incrementando los niveles de exposición de los suelos a los agentes erosivos. Generalmente, este proceso puede condicionar la destrucción y la alteración de zonas potenciales de cultivo, mermando de forma definitiva las capacidades productivas potenciales de los grupos humanos. En este sentido, se constata la prohibición, en algunas sociedades de base económica agrícola, de obtener arcilla de los campos de cultivo, incluso si los depósitos alternativos disponibles para manufacturar cerámica son de peor calidad. Este tipo de prohibiciones potencian la explotación de fuentes de arcilla dispersas en el territorio con el consecuente aumento de la variabilidad en el registro cerámico (Arnold 2000; García Rosselló 2008: 131).

- e) Función de las piezas: Ya se ha señalado como, a menudo, los alfareros pueden realizar ciertas conductas que van encaminadas hacia la creación de un producto altamente funcional. En este sentido, dependiendo de la función para la que el alfarero diseña la pieza, éstos pueden utilizar distintas arcillas en base a su grado de adecuación y de las cualidades que otorga al producto final. Los alfareros de un gran número de sociedades, como en Chinatula, Quinua (Arnold 2000) o Pòrtol (Albero y Puerta 2009), seleccionan distintas materias primas en función de esta variable, siendo un factor que aumenta la variabilidad en las pastas cerámicas.

- f) Tipología y dimensiones de la pieza: En conexión con el apartado anterior, se debe considerar que la forma y el tamaño de la pieza que desea fabricar el alfarero puede determinar el tipo de materia prima y los recursos requeridos para su fabricación. Algunas arcillas sólo pueden utilizarse para confeccionar piezas pequeñas, si se modelan piezas grandes con ellas éstas se fracturan. En cambio, arcillas de otras características permiten modelar piezas de todo tipo y tamaño (Arnold 2000).

Una vez se han abordado algunas de las variables que intervienen en la selección de los recursos arcillosos, se va a tratar de sintetizar las estrategias más comunes en la explotación de las arcillas para después poder aplicarlas a los datos y resultados obtenidos. Tradicionalmente, se diferencian cinco estrategias generales o básicas relacionadas con distintas conductas de captación de la arcilla que han sido relacionadas con varios indicadores dentro del grado de variabilidad de los productos cerámicos (Bishop 1982: 32-60; Bishop *et al.* 1982; Arnold 2000; Neupert 2000):

1. Conducta no discriminante: Se utilizan varias arcillas sin existir una clara preferencia por un tipo de material concreto. En estos casos, la calidad del material posiblemente no se conoce o bien resulta irrelevante para el alfarero. Este tipo de conductas suelen darse en producciones donde predominan procesos de experimentación o bien se relacionan con hábitats dispersos o descentralizados, provocando la obtención de un conjunto cerámico muy heterogéneo y con un alto grado de variabilidad.

2. Estrategia discriminante: En este caso un recurso es explotado¹¹³ preferentemente. Probablemente la calidad del material se conoce y las pastas cerámicas son más homogéneas y menos variables que en las estrategias no discriminantes. Este tipo de criterios de selección de recursos pueden asociarse a un posible patrón de asentamiento donde la población y la producción de cerámica está más concentrada o centralizada en espacios concretos.
3. Estrategia especializada: En esta estrategia distintos tipos de arcillas son usadas en función de su calidad y en relación a distintos tipos de vasijas o funciones. Obviamente, la calidad del material es conocida y el conjunto cerámico muestra cierta heterogeneidad que, sin embargo, se ordena tipológicamente y/o morfológicamente.
4. Estrategia compuesta: Esta estrategia comprende la mezcla de arcillas de diferentes medios o depósitos. Estas mezclas, se pueden realizar siguiendo unas proporciones más o menos establecidas y favorecen la presencia de conjuntos cerámicos muy heterogéneos.
5. Importación de arcillas: En este caso, las arcillas utilizadas en la producción proceden de medios distantes al lugar de fabricación. Se trata de conjuntos cerámicos composicionalmente muy heterogéneos que, sin embargo, se ordenan en función del origen de las materias primas.

17.2. Arcillas utilizadas.

Como señalan Ortega *et al.* (2005), el estudio arqueométrico de las pastas cerámicas proporciona información sobre el tipo de sedimentos utilizados en la confección de las vasijas. En este sentido, resulta a menudo sumamente complicado identificar y localizar los depósitos concretos utilizados para confeccionar las vasijas, de modo que resulta más plausible apuntar primero hacia el uso de determinados tipos de depósitos y tratar de localizar luego su existencia en el área de estudio.

¹¹³ Existen ejemplos etnográficos donde todos los alfareros utilizan la misma arcilla para fabricar las piezas cerámicas y tienen el mismo acceso a los recursos arcillosos. Esta explotación de los recursos se organiza en algunos casos, como en San Nicolás (Filipinas) según vínculos familiares (Longrace 1999).

En referencia a la utilización de distintas materias primas vamos a partir de un modelo general basado en el establecimiento de *Zonas mínimas de atribución de la procedencia* (Buxeda 1995: 49; Cau 1997; Tsantini 2007), para después tratar de centrarnos en las particularidades de los depósitos de cada territorio y afinar más en el origen de las arcillas utilizadas. Hay que recordar que la finalidad principal de los estudios de procedencia mediante análisis químicos consiste, al menos en este estudio, en establecer diferentes Grupos de Referencia relacionados con yacimientos y periodos concretos. En ningún caso, la finalidad principal consiste en adjudicar la utilización de vetas de arcilla concretas localizadas espacialmente.

En contextos sedimentarios, propios del Mediterráneo, donde hay una geología muy similar en zonas distantes entre sí puede resultar muy difícil precisar el origen específico de las piezas. En este sentido, se suele aludir a un origen general que resulta compatible con los rasgos mineralógicos y geoquímicos observados en las cerámicas. A partir de los rasgos de la composición de la pasta se pueden indicar áreas significativamente probables dentro de una geología local y descartar aquellas piezas que no responden a estas áreas. Al igual que sucede en el Egeo, Mallorca presenta una geología muy similar en varias de sus diferentes cuencas geográficas de modo que son corrientes las *zonas de conjunción*, áreas distantes que presentan características geomorfológicas coincidentes y que responden a los mismos procesos de formación y deposición. En este contexto, no se puede descartar que la procedencia de una pieza de una de estas localizaciones sea identificable en el registro incluso si se realizan estudios petrográficos y químicos (Cau 2004; Ortega *et al.* 2005; Peterson 2009).

Uno de los inconvenientes que pueden surgir (Gibson y Woods 1990: 255) en el estudio de la cerámica, es el hecho de no haber podido observar ninguna propiedad óptica, excepto la cantidad de cuarzo y la presencia de determinados foraminíferos, que permita establecer con seguridad la utilización de arcillas particulares. Ello deriva de la escasa variación de la composición mineralógica que suele existir en determinados ambientes sedimentarios y que obliga a realizar un estudio de la composición química de los artefactos para profundizar más en este aspecto. Sólo mediante el desarrollo de programas de análisis completos se estará en disposición de precisar que diferencias químicas, petrológicas, mineralógicas y texturales, etc. se producen entre distintos depósitos de arcilla o entre muestras arqueológicas procedentes de distintas partes de la isla (Riley 1982).

A partir de la conjunción de datos petrográficos, mineralógicos, paleontológicos y químicos, así como a través del análisis de las arcillas del entorno, se ha tratado de establecer el origen de las piezas y realizar algunas correlaciones con determinados depósitos presentes en el territorio más inmediato adscrito a los diferentes yacimientos. Por otro lado, señalar que otro de los objetivos de este apartado es conocer, en la medida de lo posible, las características y las cualidades que poseían las arcillas utilizadas. Este procedimiento permite rastrear si se utilizaron o no depósitos con características específicas y establecer hipótesis sobre los motivos de su elección.

En este sentido, a la hora de atribuir el origen de los materiales, se debe prestar especial atención a las posibilidades geomorfológicas presentes en la isla con tal de establecer los rasgos que definen al contexto local potencialmente atribuible a los artefactos. En Mallorca, el entorno geomorfológico claramente predominante es de tipo sedimentario, siendo los depósitos arcillosos más usuales las margas más o menos calcáreas y las arcillas de decalcificación, conocidas comúnmente como *terra rossa*. En este sentido, se puede afirmar que la amplia mayoría de los materiales analizados se relacionan bien con la utilización de materiales locales, típicos de las formaciones sedimentarias mallorquinas, si bien existen importantes diferencias composicionales, químicas, mineralógicas y texturales entre los materiales utilizados.

17.2.1. Análisis de los minerales de la arcilla.

Todas las cerámicas, excepto TSB-6/65, han mostrado en los diagramas de rayos X illita y moscovita como los únicos picos identificables asociados a minerales de la arcilla. En algunos casos, la moscovita ha podido identificarse también petrográficamente en la fracción gruesa de la cerámica mediante lámina delgada (Fig. 209). La ausencia en las cerámicas arqueológicas analizadas por DRX de fases asociadas a otros minerales de la arcilla se debe relacionar con que algunos grupos de filosilicatos, como la clorita y la montmorillonita, inician su deshidroxilación a bajas temperaturas (525-675 °C) y, por tanto, no se conservan en los productos cocidos. En cambio, la estructura de la illita y la moscovita se destruye completamente entre 850 y 950 °C. Estas altas temperaturas hacen que sea uno de los minerales de la arcilla más susceptibles de mantenerse en las pastas cerámicas mientras otros sólo podrán conservarse si las piezas se han cocido a muy baja temperatura. Ello significa que sólo en casos determinados se podrán determinar todos los filosilicatos que estaban presentes en las arcillas originales.

Este hecho explicaría que en las cerámicas analizadas no aparezcan estos minerales ya que éstas, por regla general, habrían sido cocidas a temperaturas superiores a los 550 °C con tal de adquirir la consistencia necesaria para desarrollar su función como recipientes. En este sentido, los minerales de la arcilla que pueden identificarse en las cerámicas aportan escasa información acerca del origen de las piezas pero, sin embargo, nos aproximan a las cualidades básicas de los recursos empleados para confeccionar la cerámica (Brindley y Brown 1981; Besoain 1985; Rice 1987; Morzadec 1993: 16).

La illita y la moscovita se corresponden con minerales de las arcillas del grupo de las micáceas y resultan muy frecuentes, especialmente en ambientes sedimentarios calcáreos de tipo marino o lagunar. El grano muy fino de la illita y su alto grado de superficie específica hacen que estas arcillas sean plásticas e idóneas para la fabricación de cerámica, aumentando su plasticidad a medida que disminuye el tamaño de grano. De este modo, las arcillas illíticas han sido tradicionalmente empleadas en la producción de vasijas, por ejemplo en la fabricación las cerámicas griegas de figuras negras. La composición química de la illita y la moscovita se caracteriza por la presencia de potasio y hierro, aunque puedan producirse grandes variaciones en la cantidad de potasio, sílice y alúmina (Worrall 1975: 36-37; Rice 1987: 49; Duitama *et al.* 2004; Ferrari y Gualtieri 2006; Clop 2007: 320; Martineau *et al.* 2007).

Este cuadro químico está en concordancia con los datos obtenidos del análisis de la composición elemental mediante SEM-EDX de la matriz arcillosa de una lámina delgada de la muestra SM-665 (Fig. 210). Los resultados también se relacionan bien con los datos derivados del análisis de DRX ya que la composición química de la matriz arcillosa de la muestra se define esencialmente por una alta cantidad de SiO₂ (60.78%), Al₂O₃ (20.42%), K₂O (3.27%) y Fe₂O₃ (3.76%). Por otro lado, la presencia de CaO (7.32%) en la matriz arcillosa indica la utilización de una arcilla rica en calcio.

En los análisis arqueométricos realizados en cerámicas prehistóricas de las Islas Baleares se ha documentado, en todos los casos donde se ha aplicado un estudio mineralógico de DRX, la utilización de arcillas illíticas. Este tipo de filosilicato se ha identificado tanto en cerámicas de Menorca (Gómez Gras y Risch 1999; Orellana *et al.* 2001; Andreu *et al.* 2007) como de Mallorca (Risch y Gómez Gras 2003; Palomar 2005 y 2009).

Este tipo de depósitos son claramente predominantes en la isla y su presencia mayoritaria se ha podido confirmar en todas las arcillas situadas en el entorno de *Santa Ponça*. En todo caso, podemos asegurar que este tipo de arcillas illíticas y moscovíticas permiten *a priori* desarrollar una producción cerámica con éxito.

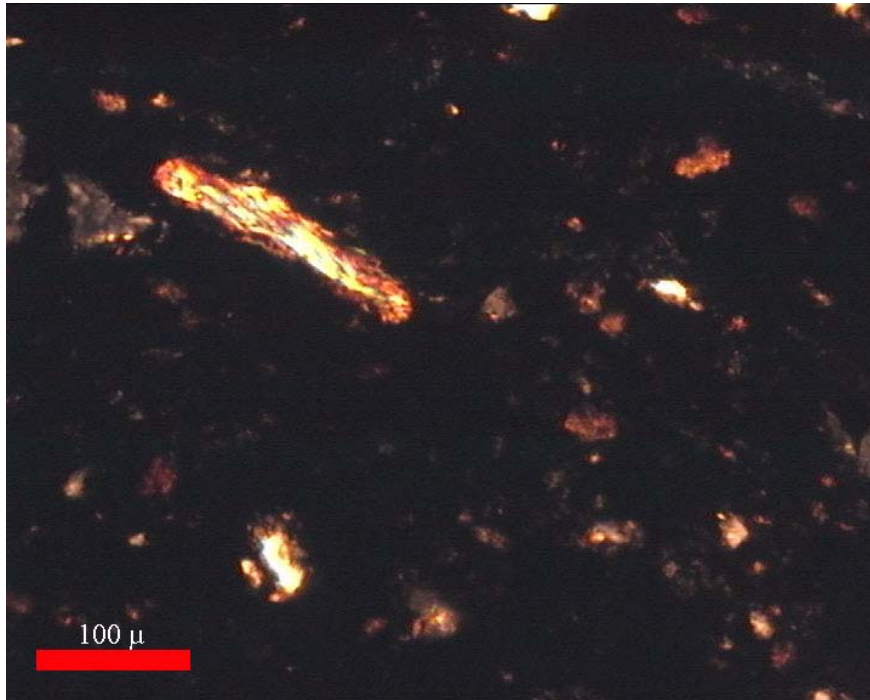


Figura 209. Microfotografía de una lámina delgada con nicules cruzados de la pieza TSB-1/300 mostrando una laminilla de moscovita.

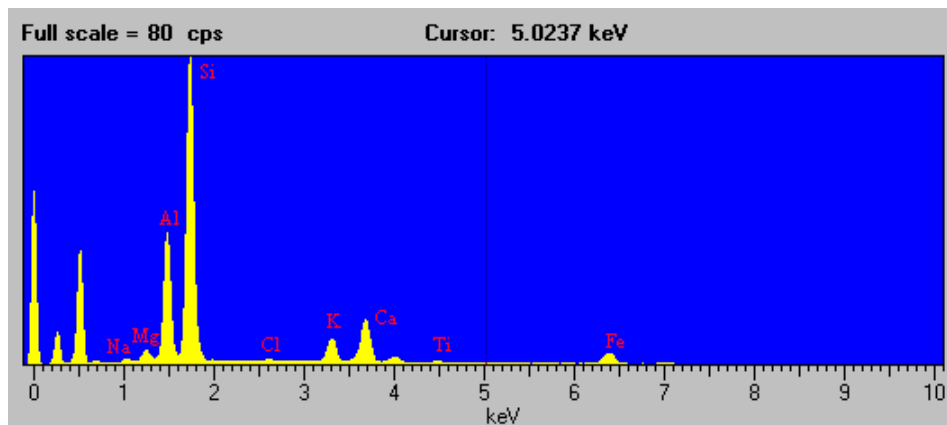


Figura 210. Espectro SEM-EDX de la matriz de la pieza SM-665.

Por otro lado, destaca la pieza aislada TSB-6/65 por ser la única que ha presentado picos identificables de montmorillonita entre los minerales de la arcilla, lo que indica la utilización de unos recursos con unas cualidades muy plásticas. La estructura laminar de la montmorillonita provoca que la arcilla utilizada para confeccionar esta pieza sea altamente hinchable y posea una elevada capacidad de adsorción de cationes hidratados. De esta forma, las arcillas expandibles, presentan estructuras que permiten que el agua penetre entre las láminas tetraédricas y octaédricas a través de enlaces de hidrógeno, lo que determina una expansión de la celda cristalográfica, explicando así su alto índice de plasticidad. En el proceso cerámico la presencia de minerales de este tipo, aún cuando aumentan la plasticidad de la pasta (Pollard y Heron 1996), pueden presentar ciertos inconvenientes puesto que, en la fase de secado, los objetos modelados pierden volumen y se deforman, por eso su uso debe ser cuidadosamente controlado (Bernal *et al.* 2003). En el análisis de las materias primas del área de *Santa Ponça*, este mineral de la arcilla ha podido ser identificado en pequeñas cantidades únicamente en las arcillas del Paleógeno, situadas en plena zona arqueológica.

Si se consideran las asociaciones minerales documentadas mediante petrografía y DRX, principalmente calcita, cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas, moscovita, minerales de la arcilla y, en algunos casos, dolomita, se puede observar que éstas se relacionan claramente con productos asociados a un origen vinculado con la meteorización de rocas sedimentarias, principalmente clastos y carbonatos, que han dado lugar a depósitos sedimentarios secundarios. Esta mineralogía está totalmente acorde con el entorno geomorfológico de las zonas estudiadas, si bien resulta también muy común y característica de otras zonas e islas del Mediterráneo como Cerdeña, Córcega, sureste de Italia, el Egeo, el Levante español o la costa de Croacia, etc. Este hecho hace que, en principio, no se pueda determinar con total seguridad y con los medios disponibles en este trabajo, que pueda haber alguna pieza de procedencia externa, pero con una composición parecida a las piezas autóctonas. Como resulta habitual en entornos sedimentarios, las variaciones mineralógicas más importantes se reducen a la cantidad de carbonatos y de cuarzo presente en los distintos depósitos (Cuomo Di Caprio 1984: 28; Nesse 1991: 114; Velde y Druc 1999: 30; Espí Pérez 2000; Quinn y Day 2007a; Muntoni *et al.* 2009).

Sin embargo, el estudio de las características de los minerales de origen detrítico, como el cuarzo o los feldespatos, en conjunción con la caracterización de microfósiles y el análisis químico de las piezas permite conocer el tipo de materias primas utilizadas en la producción de cerámica¹¹⁴. La mayoría de los minerales de la arcilla y otros minerales detríticos presentes en la materia prima derivan de la erosión de la corteza terrestre y del transporte de partículas minerales mediante suspensión en medios acuosos hasta su deposición en ambientes de baja actividad como deltas, albuferas, ambientes marinos o costeros, lagos, etc. Además del color¹¹⁵ y su estructura sedimentaria, la diferenciación entre un sedimento y otro dependerá también de una aproximación detallada de su composición mineralógica y geoquímica. En este sentido, se ha podido definir la utilización de distintos tipos de depósitos en función del estudio de los materiales detríticos y los microfósiles así como del carácter más o menos calcáreo, silíceo o ferruginoso de las pastas. En todo caso, dadas las dificultades existentes, el objetivo de este apartado consiste en realizar una aproximación más cualitativa que cuantitativa a los recursos utilizados. La finalidad consiste en poder ofrecer una representación precisa de los distintos tipos de materias primas arcillosas utilizadas en la producción alfarera durante periodos prehistóricos.

17.2.2. Arcillas margosas o calcáreas.

Como se ha visto en el estudio petrográfico, se ha documentado la utilización de arcillas calcáreas con un alto contenido de carbonatos y calcita micrita en la matriz (*marly clays*). La calcita constituye un material blando mucho más soluble que el cuarzo, hematites o los minerales de la arcilla, de esta forma, es habitual hallarlo cementando otros componentes minerales como las arcillas.

¹¹⁴ La presencia de cuarzo redondeado en la fracción limo resulta habitual en arcillas sedimentarias y su tamaño de grano es consecuencia de colisiones entre los granos en medios acuosos y eólicos. Las variaciones regionales que se producen en la cantidad y tamaño del cuarzo presente en los sedimentos se refieren a diferencias en los ambientes de formación de los depósitos. Otros minerales que suelen estar presentes en pequeñas cantidades en las arcillas sedimentarias son los feldespatos y la moscovita. El estudio de ciertos atributos de la pasta como la ordenación, la esfericidad, la cantidad y la homogeneidad de estas inclusiones proporciona un método eficaz para caracterizar sedimentos distintos así como sus procesos de formación (Tucker 1991: 97-102; Spataro 2002: 37).

¹¹⁵ Una distinción en base al color entre arcillas en estado natural con distintas características como arcillas blanquecinas calcáreas de origen marino y arcillas ferruginosas rojas se constata ya en autores de época clásica como Vitrubio y Plinio (Cuomo Di Caprio 1984: 324).

De este modo, se originan las margas, un tipo de roca sedimentaria compuesta, principalmente, de caliza y arcilla con un color blanquecino y tonos que pueden variar de acuerdo con las distintas proporciones y composiciones de los minerales principales. Las arcillas calcáreas o margosas se caracterizan por un contenido de carbonato cálcico menor a un tercio de su peso. En los estudios de cerámica se considera que una pasta es calcárea a partir de una concentración superior al 5% de CaO. En la cuenca mediterránea la marga calcárea es una materia prima de uso común, resulta frecuente hallar sedimentos arcillosos con un alto contenido calcáreo. Este tipo de arcillas son comunes en la fabricación de cerámicas en la cuenca mediterránea, especialmente a partir depósitos calcáreos adscritos al Cretácico, Mioceno, Plioceno o Pleistoceno. Normalmente, este tipo de sedimentos suelen presentar una arcilla de grano muy fino que proporciona, al tener una elevada superficie de contacto, una plasticidad muy alta. En este sentido, las margas sedimentarias, muy abundantes en Mallorca, suelen ser bastante plásticas y fáciles de trabajar, además, suelen contener cierta cantidad de inclusiones y materia orgánica. Estas condiciones favorables determinaron que a menudo alfareros de múltiples sociedades prehistóricas eligieran precisamente arcillas sedimentarias de este tipo para la fabricación de sus piezas (Maniatis *et al.* 1981; Blatt 1982: 210; Tite *et al.* 1982, Cuomo Di Caprio 1984: 32; Echallier 1984: 14; Rice 1987; Gibson y Woods 1990: 33, 239, Waldren 1991; Velde y Druc 1999: 143-144; Cau *et al.* 2002; Calvo *et al.* 2004; Drebuschak *et al.* 2005; Morales 2005: 191; Palomar 2005: 355; Cau y Day 2002; Shoval *et al.* 2006; Muntoni *et al.* 2009).

Como ha evidenciado el análisis químico, muchas de las piezas presentan una cantidad de CaO superior al 5%, entre 6-41%, que se correlaciona con aquellas muestras que presentan picos de calcita en los análisis de DRX. En muchas de estas piezas, los resultados obtenidos parecen relacionarse claramente con la utilización de arcillas calcáreas puesto que son pastas que presentan unos componentes muy finos, donde apenas se ha añadido ningún desgrasante mineral de naturaleza calcárea. Tampoco, excepto en la pieza TSB-1/297, se observa ópticamente ningún indicio de calcita secundaria en estas vasijas que pueda haber propiciado contaminaciones en las concentraciones de CaO y calcita. En estas piezas, debemos asumir, por tanto, que las altas concentraciones de calcio y calcita deben relacionarse con la utilización de un sedimento arcilloso ya de partida muy calcáreo.

Dentro de este grupo de pastas realizadas con materias primas arcillosas más o menos calcáreas, podemos añadir las dos pesas de telar del *Turó de les Abelles* (TSB-4/43 y TSB-8/33), un ecofacto de arcilla (TSB-8/77) así como varias piezas de este yacimiento que no han podido clasificarse en ninguna producción a nivel geoquímico del mismo (TSB-9/90, TSB-9/91, TSB-1/300, TSF-2/41, TSB-6/81, TSB-8/32, TSB-1/297). También algunas piezas de *Son Ferrer* (TSF-256, TSF-264, TSF-352, TSF-239, TSF-234, TSF-467, TSF-1048) y una pieza aislada química y petrográficamente del *Puig de Sa Morisca* (SM-625).

Por otro lado, hay un gran número de piezas donde, desgraciadamente, a nivel geoquímico y mineralógico no se puede determinar qué cantidad de CaO y calcita estaba presente originariamente en la materia prima. Ello se debe a que, como se señaló en capítulos anteriores, en muchas de las piezas las concentraciones que se observan de este elemento en los análisis de FRX y de calcita en los de DRX se corresponden también con la adición de calcita cristalina así como otros minerales y rocas carbonatadas a la pasta. Estas acciones alteraron los niveles originales de CaO y calcita presentes en el sedimento, proporcionando pastas extremadamente calcáreas. Dentro de este grupo hay que situar las piezas adscritas a las Producciones SM-A1 y SM-B1, que se asocian con los Petrogrupos 1 y 3, así como con algunas petrofábricas aisladas como SM-659. Como se observó anteriormente, estos petrogrupos se caracterizan por presentar una matriz arcillosa con micrita y, a menudo, con foraminíferos de origen calcáreo, lo que es un claro indicio de la utilización de margas asociadas a ambientes salinos. El alto grado de alteración del material detrítico de estas piezas, compuesto básicamente por escasos granos, pequeños y redondeados, de cuarzo y feldespatos así como algunas laminillas de moscovita, evidencia, además, la utilización de arcillas margosas de tipo muy fino. Se trata de margas con escaso contenido en limos y arenas finas y, por tanto, muy plásticas.

Esta descripción englobaría a la amplia mayoría de las piezas analizadas del *Puig de Sa Morisca*, excepto el conjunto 36. Así mismo sería extensible también para las piezas calcáreas de textura fina que se han podido observar en lámina delgada (TSB-1/300, SM-625). Encajan también otras piezas asociadas a pastas aisladas química y petrográficamente, algunas de ellas (SM-180, SM-138, SM-1125) han presentado también foraminíferos. Otras piezas del *Puig de Sa Morisca* (SM-473, SM-796) y *Closos de Can Gaià* (CLG-1233, CLG-1594, CLG-2664, CLG-205) no presentaban foraminíferos, sin embargo, el material detrítico observado petrográficamente tiene las mismas características que el constatado en las vasijas de los grupos comentados.

Dentro de este último yacimiento, las piezas que se han agrupado con éstas responden a las mismas características a nivel geoquímico y, por tanto, podrían relacionarse también con este tipo de recursos. Estas piezas no han presentado en los análisis mineralógicos realizados materiales de origen metamórfico o ígneo y, dentro de la geología local, dada la escasa cantidad de cuarzo presente en las pastas, pueden asimilarse a la utilización de arcillas calcáreas de textura fina, con escasas inclusiones de partida.

Probablemente, precisamente por tratarse de arcillas muy finas y con escasa inclusiones se añade, en la amplia mayoría de estas piezas, cierta cantidad de desgrasantes minerales y/o orgánicos. La utilización de arcillas muy finas en estas piezas aparece constatada también por la presencia de nódulos de arcilla (*clay pellets*) en algunas piezas. Los nódulos de arcilla son parecidos a las cerámicas trituradas, sin embargo, ambos componentes difieren en su composición más o menos parecida a la de la matriz arcillosa de la pasta y en su morfología. Éstos no deben confundirse con cerámicas trituradas ya que comúnmente la presencia de estas partículas en la pasta debe relacionarse, por un lado, con su presencia de forma natural en las arcillas. Por otro lado, pueden relacionarse también con trozos o bolitas de barro que se secan en las manos del alfarero y, posteriormente, a través de la mezcla de la pasta, son incorporados a la matriz formando gránulos de arcilla aislados. De este modo, en ambos casos, su presencia puede indicarnos, en pastas donde se ha alterado la arcilla mediante la adición de desgrasantes, qué características texturales presentaba la materia prima de partida (Potter *et al.* 2005: 170; Livingstone-Smith 2007; Kretier *et al.* 2007; Vince 2009).

En nuestro caso, estos nódulos de aspecto redondeado muestran una textura completamente diferente a la observada en el resto de la pasta que nos remite a las características originales de las arcillas utilizadas (Fig. 211). Estos nódulos presentan una matriz arcillosa muy densa y fina, con las mismas características antes comentadas para el material detrítico de las pastas realizadas con estas arcillas. En las piezas estudiadas petrográficamente estos componentes se han detectado también en una pieza de la Producción SM-A1 (SM-971). Los nódulos de arcilla de esta vasija evidencian una materia prima muy similar en su textura y, seguramente, también muy parecida en sus cualidades, a la asociada con aquellos nódulos de arcilla observados en piezas que se han aislado química y petrográficamente pero que probablemente se adscriben a arcillas margosas (SM-140, SM-138, SM-180, SM-1125, SM-796).

En este sentido, la práctica totalidad de las piezas analizadas de *Closos de Can Gaià*, *Puig de Sa Morisca*, *Son Ferrer*, y algunas pocas piezas del *Turó de les Abelles*, parecen haberse realizado a partir de margas calcáreas. Ello conlleva realizar una aproximación a los sedimentos de este tipo presentes en las respectivas áreas de obtención de recursos de ambos yacimientos. Los resultados de los análisis petrográficos y químicos obtenidos de las cerámicas, pueden compararse, para abordar esta cuestión, con la composición de las arcillas del entorno (Howard 1982).

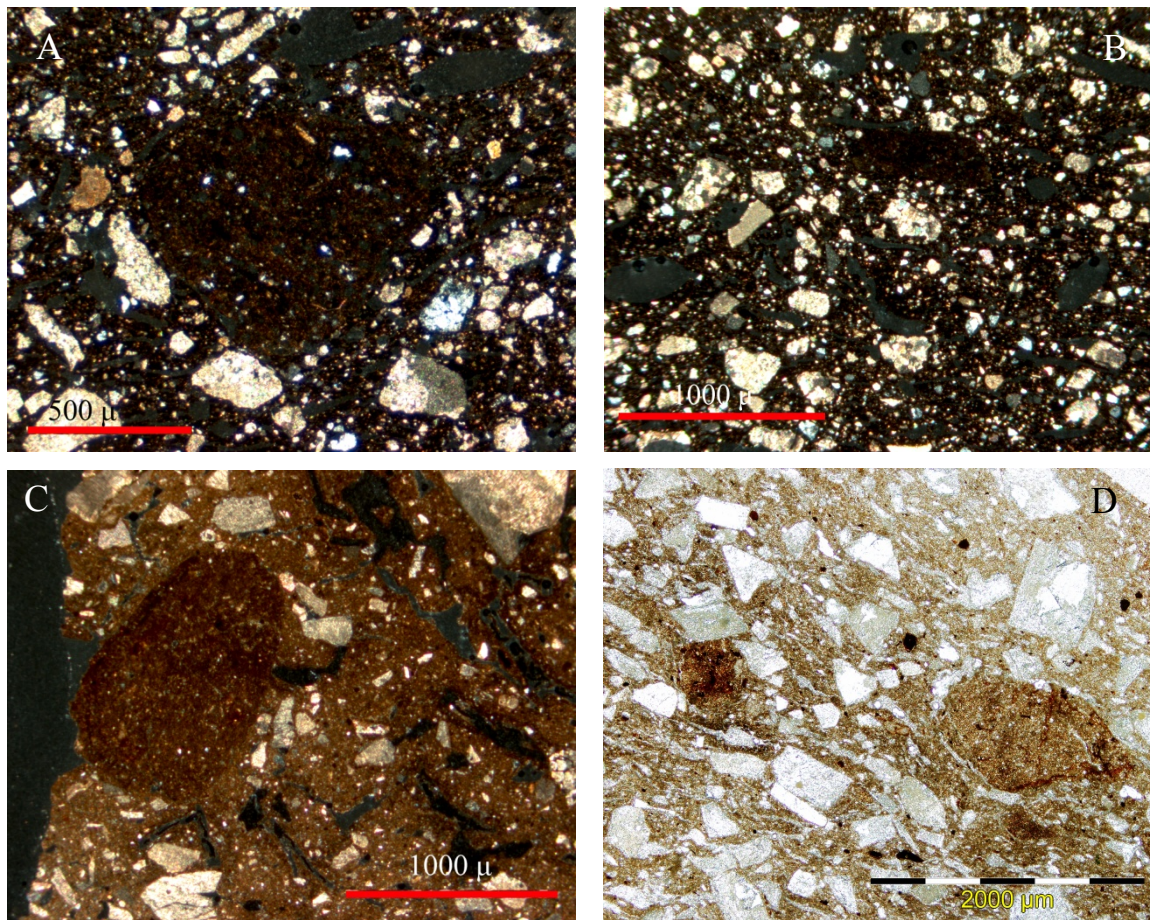


Figura 211. Microfotografías de láminas delgadas de nódulos de arcilla de textura muy fina y claramente diferenciada del resto de la matriz. A y B) SM-180 (XPL). C) SM-971 (XPL). D) SM-796 (PPL).

17.2.2.1. Cerámicas y arcillas calcáreas del área de Porto Colom (Felanitx).

Los recursos calcáreos documentados en esta zona de la isla se asocian geomorfológicamente con depósitos bien diferenciados en el espacio que obedecen a diferentes momentos de sedimentación. Los depósitos arcillosos calcáreos con más calidad potencial para desarrollar una producción cerámica se ubican en los valles que se sitúan entre las formaciones rocosas del Jurásico presentes en la zona. En estas zonas se localizan la mayor parte de las margas arcillosas de esta área, que son, eminentemente, del Cretácico Inferior (9) y del Paleógeno (10). Ambos tipos de depósitos se relacionan con plataformas de ambiente marino con abundantes microfósiles (ITGE 1991b). Sin embargo, las piezas analizadas petrográficamente no han presentado ninguna evidencia de foraminíferos en la pasta. Probablemente, la ausencia de este tipo de inclusiones en estas piezas se relaciona con que éstas han alcanzado temperaturas superiores a los 650-700 °C, presentando los granos de calcita cristalina estados avanzados de alteración. Cabe pensar, por tanto, que probablemente los microfósiles, en caso de existir, habrían perdido su morfología y se habrían descompuesto durante la fase de cocción de las cerámicas.

a) Arcillas margosas del Paleógeno: La mayor parte de los depósitos de este periodo son del Paleógeno y se sitúan en la zona de *El Carritxó*. De todas formas, se observa un afloramiento cercano a *Marina*, a 3 km del yacimiento de *Closos de Can Gaià*. También hay una pequeña elevación, *Puig de Sa Figuera*, que se corresponde con esta unidad geológica. Los sedimentos del Neógeno más cercanos se sitúan en la falda des *Puig d'en Bassa*.

b) Arcillas margosas del Cretácico: En este caso, el sedimento aflora en una superficie de terreno mayor que la que se ha comentado para la unidad sedimentaria anterior, las vetas más cercanas se sitúan alrededor del *Puig de Sa Figuera*, situado, aproximadamente, a 3.8 km del asentamiento. Uno de los usos documentados de este sedimento por parte de los agricultores locales es el aporte de estas arcillas a los sedimentos de *terra rossa* de la zona con la finalidad de beneficiarlos para el cultivo (ITGE 1991b: 35).

17.2.2.2. Cerámicas y arcillas calcáreas del área de *Santa Ponça* (Calvià).

A diferencia de en la zona de Felanitx, de la que todavía está pendiente la caracterización de las arcillas del entorno, disponemos de información textural, mineralógica, paleontológica, química y experimental de los principales depósitos arcillosos del área de *Santa Ponça*. Esta información ha permitido, por un lado, comparar a distintos niveles y con una mayor precisión aquellos grupos de referencia y petrogrupos asociados a materiales calcáreos con las arcillas del entorno.

Por otro lado, en muchas de las cerámicas de esta área los microfósiles se han mostrado mucho mejor conservados, aspecto que ha permitido apuntar hacia la utilización de depósitos concretos dentro del área de captación de recursos en función del tipo de foraminíferos detectados en las pastas cerámicas. En este sentido, ya se ha señalado la correspondencia entre los Grupos de Referencia SM-A1 y SM-B1 con el Petrogrupo 1 y 3, que presenta, por regla general, abundantes microfósiles. El estudio de esta fauna, que ya estaba presente en los sedimentos cuando se recogieron, aporta información relevante, tanto sobre la arcilla utilizada como de su ambiente de deposición y su grado de salinidad (Tucker 1991: 97).

De este modo, se ha observado una excelente conexión geoquímica, paleontológica y petrográfica entre las muestras de estas producciones y un determinado tipo de depósito. La composición de estas piezas evidencia la explotación preferencial de arcillas del Paleógeno, del Eoceno-Mioceno, colindantes con el sector sureste de la albufera de *Santa Ponça*. La correlación se produce, por tanto, a múltiples niveles:

a) A nivel paleontológico.

En muchas de las muestras de estas producciones, independientemente del petrogrupo o la petrofábrica a la que se asocien, se han observado moluscos y foraminíferos (Cuadro 47 y Fig. 212), principalmente planctónicos, en la matriz arcillosa. En varios casos se ha podido identificar *Globigerina*, un foraminífero planctónico típico de ambientes de mar abierto que se ha documentado únicamente en las muestras arcillosas del Paleógeno¹¹⁶.

¹¹⁶ Arcillas depositadas en ambientes marinos son ricas en fauna pelágica, como los foraminíferos planctónicos. Los de la familia de la *Globigerina* se depositan en el fondo de los océanos y son muy comunes en sedimentos del Terciario (Tucker 1991: 103, 119).

Este microfósil también ha podido detectarse en la pieza SM-181, cuya composición geoquímica diferencial la ha colocado como producción aislada, esta pieza también es singular petrográficamente. El mismo fenómeno sucede con las piezas SM-138, SM-140, SM-180, SM-472, SM-473, SM-665 que han presentado foraminíferos planctónicos pero que, al igual que SM-181, se han agrupado geoquímicamente aisladas. La presencia de foraminíferos planctónicos en estas piezas de matriz muy fina nos remite también, dentro de la geología local, a la utilización de esta unidad del Paleógeno. Sin embargo, debido a las diferencias químicas constatadas no se puede descartar una procedencia relacionada con otra zona de la isla donde también estén presentes arcillas de este tipo. En todo caso, los microfósiles detectados sugieren la utilización, sino del mismo depósito, de uno muy similar que, como comentaremos más adelante, en el caso de SM-138 y SM-140 podría haber sido mezclado con otras arcillas.

Otras muestras (SM-660, SM-661, SM-971) de esta producción presentan también foraminíferos bentónicos¹¹⁷, muy bien documentados igualmente en estas arcillas del Paleógeno. Así mismo, éste tipo de foraminíferos se han documentado en algunas piezas aisladas geoquímicamente (SM-1125, SM-181, SM-473). Podemos destacar la presencia de *Elphidium*, *Planorbulina*, rotálidos no identificados, bivalvos y algas rojas. En todo caso, las arcillas utilizadas para fabricar estas cerámicas aparecen relacionadas con un entorno acuoso de tipo salino, bien documentado en la albufera de *Santa Ponça*. Finalmente, señalar que en varias piezas (SM-325, SM-484 y SM-659) de estas producciones que han sido analizadas petrográficamente no se han podido identificar restos de microfósiles. Tal vez éstos se destruyeron en los procesos de machacado de la arcilla y/o la cocción de la pasta. Tampoco se han identificado en otras piezas geoquímicamente aisladas que se asocian con arcillas margosas y presentaban algunos rasgos parecidos a los del Petrogrupo 1 (SM-1351, SM-625, SM-796). Probablemente, estas últimas piezas no deban adscribirse a la utilización de estas arcillas pero sí a unas de características y cualidades muy parecidas.

Finalmente señalar, que muchas de las piezas del turriforme escalonado de *Son Ferrer*, han mostrado también foraminíferos (Cau c. p.), por lo que la coincidencia geoquímica entre piezas del Grupo de Referencia TSF-C con SM-A1 podría tener cierta correlación también a nivel paleontológico.

¹¹⁷ La fauna bentónica es característica de ambientes de deposición cálidos de tipo costero, salino y de poca profundidad, contienen abundante fauna que tolera ambientes hipersalinos así como braquiópodos, artrópodos, moluscos o bivalvos (Tucker 1991: 114-115).

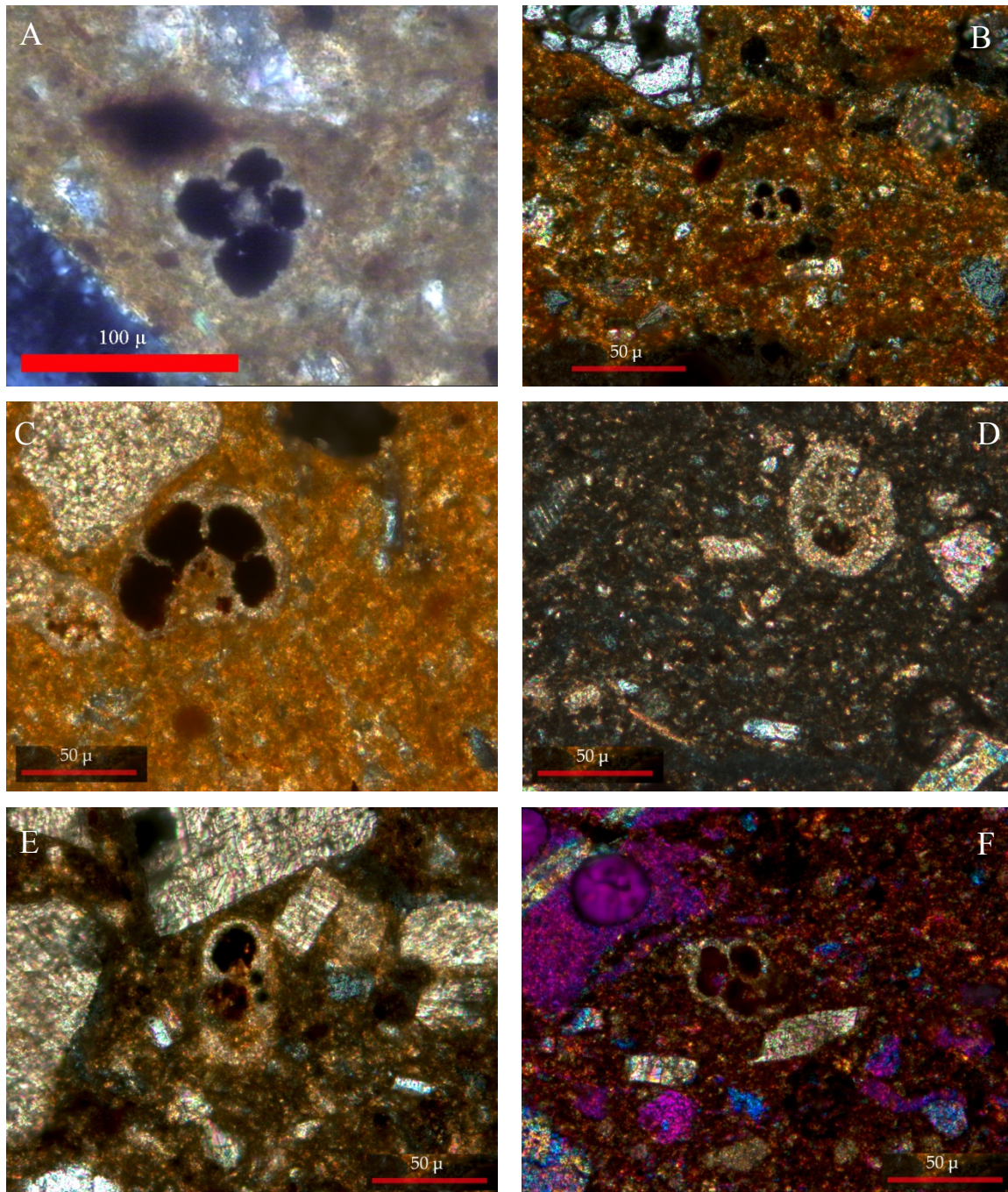


Figura 212. Microfotografías de láminas delgadas mostrando varios foraminíferos identificados en las cerámicas del Puig de Sa Morisca. A) *Globogerinidae* (SM-362, XPL) B) *Globogerinidae* (SM-468, XPL) C) Rotalido (SM-138, XPL), D) *Rupertina* (SM-661, XPL), E) *Stomatorbina* (SM-660, XPL), F) *Globogerinidae* (SM-970, XPL y filtro).

Cuadro 47. Microfósiles observados en las piezas del *Puig de Sa Morisca* que han sido analizadas petrográficamente (X = presencia, - = ausencia).

Muestra	Algas Rojas	Bivalvos	Foraminíferos Bentónicos	Equínidos	Foraminíferos Planctónicos
SM-138	-	-	Rotálido no identificado	X	<i>Globigerinidae</i>
SM-362	<i>Rodoficeas</i>		-	-	<i>Globigerinidae</i>
SM-246	<i>Rodoficeas</i>	X	-	-	<i>Globigerinidae</i>
SM-642	-	-	-	-	<i>Globigerinidae</i>
SM-661	-	-	<i>Discorbidae</i>	-	-
SM-472	-	-	-	-	<i>Globigerinidae</i>
SM-971	-	-	<i>Elphidium</i>	-	<i>Globigerinidae</i>
			<i>Planorbulina</i>		
SM-180	-	-	-	-	X
SM-665	-	-	-	-	X
SM-660	-	-	Rotálido no identificado	-	X
SM-473	-	X	-	-	X
SM-970	<i>¿Jania?</i>		-	-	-
SM-140	-	-	-	X	X
SM-181	<i>Rodoficeas</i>	-	X	-	<i>Globigerinidae</i>
SM-1125	-	-	Rotálido no identificado	-	-
SM-1351	-	-	-	-	-
SM-468	-	-	-	-	<i>Globigerinidae</i>
SM-484	-	-	-	-	-
SM-796	-	-	-	-	-
SM-325	-	-	-	-	-
SM-659	-	-	-	-	-
SM-625	-	-	-	-	-

b) A nivel petrográfico.

Petrográficamente, existe una estrecha correlación, tanto en lo que se refiere a la presencia accesoria de óxidos opacos como a las características de los minerales detríticos, entre las muestras analizadas del Grupo de Referencia SM-A1, la mayoría asociadas al Petrogrupo 1, con la arcilla del Paleógeno (Fig. 213). Ambos tipos de muestras, cerámicas y arcillas, presentan una matriz arcillosa muy densa y rica con micrita, escasos óxidos opacos, algunas laminillas de moscovita y, como se ha señalado, abundantes foraminíferos planctónicos y bentónicos. Tanto en las arcillas como en las cerámicas, los componentes detríticos asociados a la matriz están compuestos básicamente por algunas inclusiones de roca caliza, escaso (<5%) cuarzo monocristalino subredondeado y feldespatos muy pequeños. Estos minerales se presentan muy alterados y de un tamaño inferior a las 300 µm. Todos los datos indican, por tanto, la utilización de un sedimento muy fino y arcilloso, típico de ambiente salino y compuesto por pocos limos y arenas finas en todas las muestras del Petrogrupo 1.

En este sentido, ya se señaló que tanto las arcillas del Cretácico como las del Paleógeno habrían presentado episodios sedimentarios de este tipo, mostrando además en los análisis de granulometría láser las texturas más finas de entre todos los sedimentos estudiados del área de *Santa Ponça*. Todos los datos mineralógicos, petrológicos y texturales evidencian, por tanto, cierta similitud entre estos depósitos y la mayoría de las cerámicas fabricadas en *Puig de Sa Morisca*. Los análisis experimentales realizados sobre la arcilla del Paleógeno (García Rosselló y Alberó 2008; Alberó y García Rosselló 2010) indican, como sugería su composición, la utilización de un material altamente plástico para confeccionar las cerámicas. En el caso de las muestras que se han asociado al Petrogrupo 1 pero que no pertenecen a SM-A1 podemos señalar que se habrían fabricado con un sedimento muy similar, muy fino y con unas cualidades muy parecidas.

La alta correlación observada entre arcillas y cerámicas a nivel petrográfico resulta interesante ya que en casos donde los alfareros utilizan arcillas procedentes de áreas restringidas y con unas cualidades muy definidas los criterios de selección pueden estar más condicionados por parámetros mineralógicos o texturales¹¹⁸.

¹¹⁸ Los alfareros de Ticul (Yucatán, México) son capaces de categorizar sus materias primas en función de determinadas propiedades físicas en función de la composición y las cualidades de las arcillas, lo que les permite predecir la calidad de las arcillas para la fabricación de cerámica y seleccionarlas en consecuencia (Arnold 2000).

En este sentido, podemos asegurar que, en este caso, los alfareros probablemente pudieron percibir y fueron conscientes de las cualidades que poseían los recursos que seleccionaban, existiendo, por tanto, una conducta discriminante hacia los depósitos utilizados en el *Puig de Sa Morisca*.

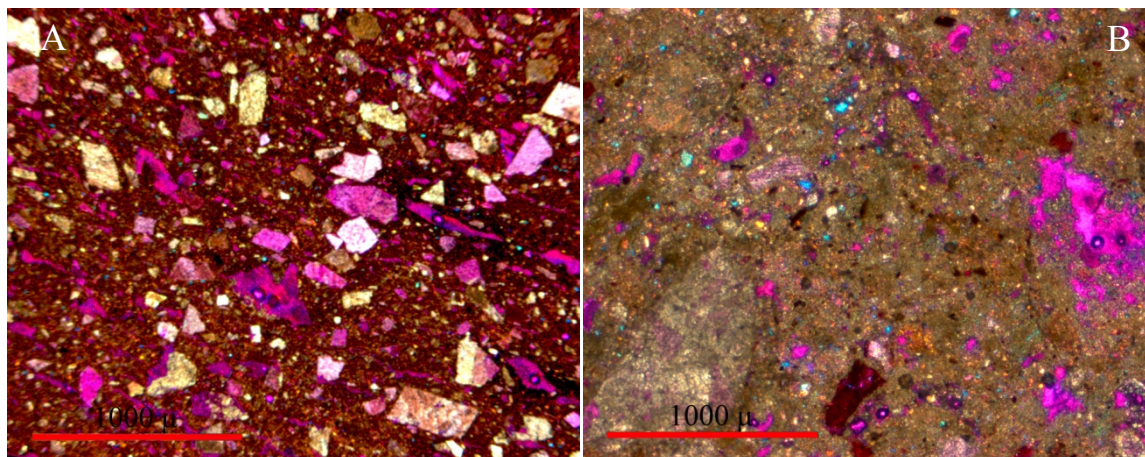


Figura 213. Microfotografías de laminas delgadas en nicoles cruzados y filtro de color A) Pieza del Petrogrupo 1 asociada al Grupo de Referencia SM-A1 (SM-484), B) Arcilla del Paleógeno del *Turó de les Abelles*. Si eliminamos los granos de calcita cristalina de la pieza cerámica observamos en ambos casos una matriz muy densa y fina con escaso cuarzo y material detrítico.

c) A nivel geoquímico.

La composición química del Grupo de Referencia SM-A1, que engloba además los individuos del Grupo de Referencia TSF-C, ha mostrado una composición química muy parecida a la observada, mediante FRX, en la arcilla del Paleógeno (Cuadro 48). Todos los elementos de esta arcilla se sitúan perfectamente dentro de los intervalos máximos y mínimos propuestos para el grupo de 26 cerámicas de este grupo de referencia procedente del *Puig de Sa Morisca*. Tan solo se detecta una ligera disminución en las cantidades de bario y MnO que apenas resulta significativa. Por tanto, geoquímicamente, esta arcilla se agruparía bien con las piezas de este yacimiento, lo que indica la probable utilización de esta arcilla para elaborar las cerámicas.

Los depósitos de arcillas calcáreas del Paleógeno hipotéticamente empleados en la fabricación de vasijas del *Puig de Sa Morisca* y cerámicas del área ritual del turriforme escalonado de *Son Ferrer* se diferencian del resto de depósitos analizados del entorno de *Santa Ponça* por ser muy accesibles y cercanas. Éstos poseen abundantes microfósiles, escasa cantidad de cuarzo así como un alto porcentaje de calcita y CaO.

Así mismo, se constata la presencia de una matriz muy rica en minerales de la arcilla con la textura más fina de todos los recursos analizados. Se ha comprobado que el resto de arcillas del entorno presentan características diferentes a las observadas en las cerámicas que se plasman necesariamente a nivel geoquímico, mineralógico, textural y paleontológico. Las características de los artefactos de este grupo concluyen en la selección y utilización de las arcillas con más plasticidad de toda el área de captación de recursos. Por otro lado, no se puede dejar de contemplar la utilización en épocas históricas de este afloramiento, como denota el topónimo del lugar “*Es Comellar de Sa Terra des Gerrers*” directamente relacionado¹¹⁹ con una arcilla muy plástica utilizada para la fabricación de vasijas, probablemente explotada por alfares ya extinguidos ubicados en la zona de Calvià (Coll 1997).

Finalmente, hay que señalar que las pesas de telar (TSB-4/33 y TSB-8/33) analizadas procedentes del *Turó de les Abelles* se caracterizan respecto al grupo principal de piezas cerámicas de este yacimiento (TSB-A y TSB-B) por presentar niveles más bajos de Fe₂O₃, TiO₂, Zr y Cl. En cambio, han mostrado mayores concentraciones de K₂O y su composición resulta similar a la de las piezas del *Puig de Sa Morisca*, ya que, aunque han presentado niveles ligeramente más altos poco significativos de K₂O, Al₂O₃, Rb, Zr y Cl, se han vinculado en los análisis clúster con la producción SM-A1. Del mismo modo, estas dos pesas han mostrado una composición química muy parecida a la de la arcilla del Paleógeno recogida en las inmediaciones del *Turó de les Abelles*, especialmente resultan parecidos los porcentajes de MgO, Al₂O₃, SiO₂, TiO₂, Fe₂O₃ y Zr. Todo ello, indica la utilización de un sedimento calcáreo (CaO 20%) muy fino y plástico para confeccionar las pesas de telar.

Este tipo de vínculos entre las materias primas utilizadas en cerámicas y otro tipo de artefactos está constatado etnográficamente¹²⁰ y nos remite a objetos que se realizan con materias primas con las mismas cualidades. Ello podría indicar una transferencia de los conocimientos acerca de los recursos disponibles en el territorio entre personas que fabrican distintos tipos de artefactos aunque también podría indicarnos que las personas que fabrican cerámicas producen también otros tipos de artefactos.

¹¹⁹ Este tipo de topónimos relacionados con el trabajo alfarero son comunes en la tradición catalana-cristiana, por ejemplo, en los barrios alfareros de la ciudad gótica de Barcelona se documenta el topónimo Turó dels Ollers (Madrid c. p.).

¹²⁰ Por ejemplo, en la zona de Maimama (Fariab, Pakistán) los materiales terrosos blandos situados cerca del río dónde se extraen las arcillas para cerámicas, son también los seleccionados para hacer adobes (Matson 1989).

Cuadro 48: Composición química de: A) Grupo de Referencia SM-A1, B) arcilla del Paleógeno y C) Pesas de telar del *Turó de les Abelles*. En óxidos mayoritarios, minoritarios (% peso) y elementos traza Zn, Rb, Sr, Zr, Ba, Y, S, Cl (ppm) determinados por fluorescencia de rayos X.

A

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Fe ₂ O ₃	26	3,321	7,004	4,79073	,914294
MnO	23	,024	,101	,05252	,016635
Na ₂ O	10	,683	3,681	1,09820	,916342
MgO	26	,999	1,719	1,35400	,183371
Al ₂ O ₃	26	10,904	17,436	13,80308	1,730611
SiO ₂	26	29,744	51,483	38,88804	5,459966
P ₂ O ₅	26	,333	,710	,48996	,102187
K ₂ O	26	1,471	3,313	2,43427	,461906
CaO	26	17,519	49,470	36,56596	8,183978
TiO ₂	26	,491	1,085	,73638	,128349
Zn	26	82,1	162	113,346	21,938
Rb	26	83,3	170	122,192	25,481
Sr	26	196	721	463,08	136,671
Zr	26	114	193	147,115	19,872
Ba	26	298	2100	866,23	380,18
Y	26	5,5	42,4	24,198	8,774
S	26	213	1470	602,81	279,447
Cl	24	561	2620	1175,83	579,941

B

MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	MnO	Na ₂ O
1.380	15.900	42.260	2.657	29.980	0.729	5.493	0.353	0.023	0.651

S	Cl	Sr	Ba	Zr	Zn	Rb	Y
1310	869	573	288	177	151	149	18.5

C

Muestra	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	S	Sr	Rb	Zr	Ba	Y	Cl
TSB-4/43	1,296	17,883	48,457	0,452	3,280	21,442	0,780	4,959	588	438	168	206	754	28	4320
TSB-8/33	1,448	16,616	49,446	0,455	3,631	17,460	0,762	5,449	665	364	192	164	712	23	2930

17.2.3. Calizas Margosas.

Este tipo de materia prima se asocia con el material arcilloso utilizado para labores de construcción en el *Puig de Sa Morisca*, tanto en la Torre I donde es utilizado para la impermeabilización de cubiertas como en el sector oeste del poblado, donde es utilizada para fabricar adobes. Por otro lado, hay que incluir una muestra de cubierta, un adobe (TSB-4/66) y un ecofacto de arcilla (TSB-8/78) del *Turó de les Abelles*. Todos estos materiales presentan unas características mineralógicas y cromáticas muy parecidas entre sí. Las muestras de este grupo son de color rosado o marrón muy claro y presentan cantidades sensiblemente bajas de cuarzo, feldespatos y minerales de la arcilla.

Estos materiales se caracterizan por una cantidad muy baja de filosilicatos (<20%) lo que indica que carecen de plasticidad y no son, por tanto, utilizables en la producción cerámica, donde es necesario al menos un 35% de minerales de la arcilla (Arnold 1993: 150). De hecho, en la producción de materiales de construcción con arcilla no resulta recomendable la utilización de sedimentos muy arcillosos sino preferentemente limo-arenosos o areno-limosos ya que éstos proporcionan más estabilidad a las estructuras y absorben menos humedad (Morales *et al.* 1986; Sánchez García 1999; Pérez *et al.* 2000; Rodríguez y Saroza 2006). Los materiales para construcción deben resistir la acción disgregante de los agentes atmosféricos y tener resistencia mecánica suficiente para el uso al que iban destinados. Las causas que influyen en su efectividad son la resistencia a la humedad, la acción del hielo y de la atmósfera, a la compresión, al golpe mecánico y la capacidad de flexión (Morales 2005: 194).

En cambio, los difractogramas de rayos X de estas muestras se caracterizan por la presencia de picos muy intensos de calcita (53-95%) que, dado que no se ha constatado la presencia de ningún desgrasante mineral en la pasta, deben asociarse con una alta cantidad de carbonatos y cementos presentes de forma natural en los depósitos seleccionados. Por otro lado, señalar que no se han podido chequear microfósiles en las dos muestras (TSB-4/66; TSB-1) del *Turó de les Abelles* sometidas a observación previamente disgregadas con una cubeta de ultrasonidos. Dado que estos materiales no han sido sometidos a procesos de calentamiento intenso, como una cocción, no cabe esperar que, en estos casos, los foraminíferos de origen carbonatado hayan reaccionado y desaparecido de la pasta.

Como se ha visto, la presencia de foraminíferos es típica en suelos arcillosos asociados a ambiente salinos, probablemente, los sedimentos utilizados para material de construcción se recogieron de zonas más interiores, que no estaban en contacto con áreas de albufera. Este tipo de características nos relacionan directamente con la utilización de calizas margosas. En el caso de la muestra TSB-4/66, que ha mostrado también trazas de dolomita en los análisis de DRX y petrografía, lo que puede señalar la utilización de calizas margosas dolomíticas. En las piezas del *Turó de les Abelles*, las únicas analizadas con FRX observamos que la cantidad de CaO es muy variable pero alta (37-66%) en todos los casos. Las calizas margosas son margas donde la proporción de carbonatos es tres veces superior a la de arcillas. Las margas, al igual que las arcillas, son impermeables y de textura a veces grumosa. Este tipo de rocas son muy abundantes en toda la isla y especialmente en la zona de *Santa Ponça*, donde es habitual hallarla en las cuencas aluviales del Holoceno presentando una textura areno-limosa.

Gran parte de los recursos arcillosos prospectados dentro del área de captación inmediata al núcleo arqueológico se asociaron a este tipo de sedimentos poco plásticos (García Rosselló y Alberó 2008; Alberó y García Rosselló 2010). Por otro lado, la presencia de aragonito, mineral asociado normalmente a sedimentos recientes, en la muestra de cubierta del *Turó de les Abelles* supone una evidencia más para adjudicar la utilización de depósitos carbonatados del Holoceno.

Podemos asegurar que, en la zona de *Santa Ponça*, los recursos utilizados para material de construcción fueron, en lo que a sus cualidades se refiere, muy diferentes a los utilizados en la producción alfarera¹²¹. Este hecho ya había sido observado en algunos estudios arqueométricos y etnológicos efectuados en otras regiones¹²², si bien no resulta un hecho universal¹²³.

¹²¹ A pesar de esta distinción, conceptualmente pueden existir diversas conexiones entre distintos tipos de materiales. Por ejemplo, en el sur del Sahara existe una estrecha relación entre una arquitectura a base de barro y la producción de cerámica, especialmente aquella que no está cocida y se utiliza para almacenar grano (Barley 1994: 17).

¹²² Si los recursos disponibles son muy carbonatados, lejos de desecharlos, en la industria actual, se aprovechan para la fabricación de bovedillas (Delgado *et al.* 2007) o baldosas porosas (Lacasa *et al.* 2000) y otros materiales de construcción (Strazzerá *et al.* 1997). También se constata su uso para confeccionar material de construcción prehistórico en Hungría donde se usan materiales muy calcáreos o poco plásticos, por ejemplo para impermeabilizar estructuras (Starnini y Szakmány 2009; Kovács *et al.* 2009).

¹²³ En algunos casos la materia prima utilizada puede ser la misma tanto para la producción de cerámica como de material de construcción si bien, las pastas asociadas a cada tipo de producto se preparan de forma diferente (Sofaer 2006).

A través del estudio de diferentes tipos de artefactos arcillosos se puede ofrecer una visión global de los recursos minerales utilizados en el territorio. De este modo, se constata como la arcilla utilizada por algunas comunidades, ya durante el neolítico, para producir material de construcción resulta notablemente distinta de la utilizada en la producción cerámica¹²⁴. Esta distinción en los recursos utilizados demuestra que desde fechas tempranas los seres humanos son capaces de distinguir entre distintos tipos de depósitos y, por tanto, pueden realizar una elección preferencial de los mismos dependiendo de sus necesidades (Barley 1994: 81; Bonzon 2003; Di Pierro 2003; Vaughn y Neff 2004; Martineau *et al.* 2007; Taubald 2009; Starnini y Szakmány 2009; Kovács *et al.* 2009).

Hay que señalar que, al igual que se ha documentado en otras zonas de Europa (Starnini y Szakmány 2009; Kovács *et al.* 2009), las margas utilizadas en la fabricación de material de construcción han resultado composicionalmente mucho más variables que las cerámicas. Por un lado, ello puede deberse a una gran variabilidad de los distintos recursos locales explotados, como se ha señalado sedimentos de este tipo son muy abundantes y diversos en el territorio asociado a los asentamientos. Por otro, esta variación podría estar también relacionada con la propia variabilidad intra-depósito.

Dentro de los recursos del área de *Santa Ponça* hay que señalar que existe cierta correspondencia entre algunas de estas muestras arqueológicas y algunos de los depósitos analizados. Algunos adobes del *Puig de Sa Morisca* han mostrado una textura y una composición muy parecida a las de las margas areno-limo-arcillosas del Holoceno constatadas en la albufera de *Santa Ponça* (Fig. 214). En este sentido, se puede sugerir que, si bien pudo no utilizarse este mismo depósito, si pudieron emplearse otros más o menos parecidos al mismo que resultan muy comunes en el entorno. Los análisis de plasticidad realizados con este sedimento (García Rosselló y Alberó 2008; Alberó y García Rosselló 2010) demostraron que se trata de una arcilla muy calcárea pero con cierta plasticidad y sobretodo una gran consistencia. Estas cualidades evidencian que recursos de este tipo habrían sido ideales para fabricar material de construcción.

¹²⁴ Si bien hay que señalar que los recursos utilizados para estas distintas producciones coinciden en ubicarse muy cerca de los yacimientos.

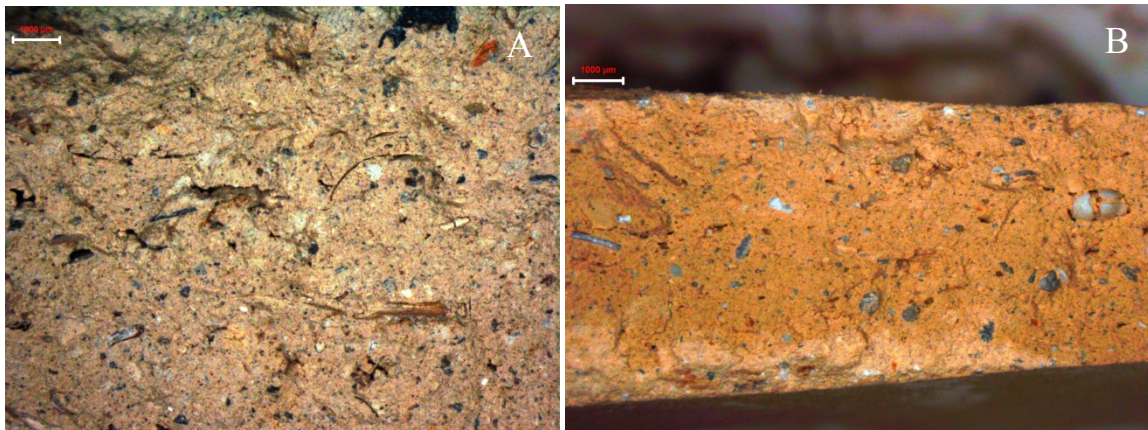


Figura 214. Microfotografías con lupa binocular. A) Adobe SM-2008, Conjunto 163 con una textura muy arenosa, B) Plaqueta cocida a 705 °C de la arcilla del Holoceno de la zona de la albufera de *Santa Ponça*.

17.2.4. Arcillas de decalcificación: *terra rossa*.

Dentro de la geología local, otro de los sedimentos empleados en la confección de artefactos, tanto de material de construcción como de cerámicas, son los suelos de *terra rossa*. Son sedimentos con una baja cantidad de carbonatos donde la escasa presencia de calcita en estos suelos se debe a la alta solubilidad de este mineral dependiendo del pH de la solución, aspecto muy relacionado con la presión parcial del dióxido de carbono. La *terra rossa* se forma a través de la meteorización de las margas, las margas son atacadas intensamente por aguas de lluvia ligeramente aciduladas debido a la hidratación del CO₂ de la atmósfera, que se transforma en ácido carbónico. El ácido carbónico ataca al carbonato de calcio de la caliza que no es soluble y lo transforma en bicarbonato cálcico, que sí lo es. El bicarbonato de calcio se elimina así, a través de un fenómeno conocido como lixiviación. Esta descomposición de las margas origina grandes depósitos de arcillas que forman llanuras que en el ámbito mediterráneo se conocen como *terra rossa* por el color rojizo del suelo y su bajo grado de acidez. Por su baja acidez, los suelos rojizos con estas características están considerados en la isla como los de mayor calidad para el cultivo, tanto de productos para consumo humano como animal. La diferencia de color entre las margas arcillosas, de tono anaranjado claro, y la arcilla roja de decalcificación se debe por tanto a la lixiviación de las calizas. Tanto la meteorización como la erosión son procesos reversibles en las margas. Así como el lavado diferencial de las margas puede separar la arcilla de la caliza, la erosión puede también volver a reunir las en estratos más o menos arcillosos y más o menos calizos (Harvey y Blatt 1982; Salas 1997; Aramburu 1998: 59; Durn 2003).

Los suelos cuaternarios de *terra rossa* son típicos de formaciones kársticas y ambientes calcáreos asociados a llanuras de inundación en climas semiáridos propios de regiones mediterráneas. En lámina delgada, y macroscópicamente, estos suelos son arcillo-limosos y presentan un color rojo oscuro donde domina una matriz arcillosa muy rojiza que puede ser rica en hierro y carente de inclusiones con excepción, en algunas ocasiones, de granos de cuarzo, feldespatos, micas y nódulos calcáreos de origen pedogénico, como caliches. Químicamente, estas arcillas suelen presentar SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃ como principales óxidos (Tucker 1991: 103; Spataro 2002: 36; Shoval *et al.* 2006; Swift 2006; Muntoni *et al.* 2009).

17.2.4.1. Cerámicas.

Dentro de las cerámicas con un claro carácter silíceo que se han realizado con arcillas poco calcáreas, llamadas también en el ámbito anglosajón *border calcareous*, encontramos sólo un pequeño grupo de seis piezas, todas ellas adscritas a los siglos II-I BC y mal clasificadas a nivel geoquímico (TSF-231, SM Conjunto 36, TSF-43, TSB-17/23, TSB-7/159, TSB-6/73). Estas piezas se caracterizan por presentar menos de 5% de CaO y por la ausencia o la escasa incidencia de los picos de calcita u otros minerales carbonatados en los análisis de DRX. En estos casos, la escasa presencia de calcita debe ligarse a procesos secundarios originados durante la fase de enterramiento. La composición mineralógica detectada en estas muestras se asocia bien con depósitos de *terra rossa* analizados por DRX de la zona de Pòrtol (Mallorca) que son utilizados para confeccionar cerámicas (Albero y Puerta 2009).

Todas estas piezas poseen unas concentraciones muy bajas de CaO (<3.6%) y moderadas de Fe₂O₃ (5-7%). Los análisis petrológicos efectuados sobre varias de estas vasijas muestran pastas donde se constatan principalmente altas cantidades de cuarzos (22-27%), lo que explica las altas cantidades de SiO₂ observadas en estas piezas (60-67%). Los cuarzos constatados pueden ser de diferente tamaño y morfología dependiendo de la muestra, como se señalará posteriormente, la presencia en algunas cerámicas de altas cantidades de cuarzo de tamaño más grande y morfología subangular podría relacionarse con la adición de mineral a las pastas.

Dentro de esta descripción, la pieza TSB-6/73 muestra varias singularidades, hay que recordar que ésta la hemos situado, aunque mal clasificada, dentro del grupo de pastas ferruginosas típicas del *Turó de les Abelles* ya que presenta una concentración del 9.2% de Fe_2O_3 . Este aspecto se plasma petrologicamente puesto que ésta pieza ha mostrado un incremento de los óxidos opacos respecto a las otras piezas no calcáreas de este apartado. Por otro lado, también ha presentado niveles ligeramente más altos de CaO (4.9%) y más bajos de SiO_2 (53.5%) así como algún fragmento de caliche. De todos modos, la matriz gruesa se compone básicamente de cuarzos lo que resulta un indicio para adscribir, tal vez, estas piezas ricas en hierro a un origen asociado a este tipo de arcillas.

Finalmente, debemos vincular a este tipo de recursos algunas piezas del Postalayótico Final del turriforme escalonado de *Son Ferrer* (TSF-239, TSF-237, TSF-408, TSF-57) así como la piezas TSB-7/33 que, si bien tienen porcentajes de CaO que se sitúan entre 5-10%, han destacado por presentar difractogramas de DRX donde los picos de cuarzo (20-30%), estrechamente relacionados con concentraciones altas de SiO_2 (55-65%), tienen especial relevancia en contra de los picos de calcita que tienen poca entidad (8-17%). Estas piezas constituyen un grupo de piezas singulares dentro del yacimiento ya que no presentan pastas altamente calcáreas y su composición nos remite a arcillas de decalcificación ligeramente carbonatadas.

La utilización de estas arcillas rojas resulta muy común en la fabricación de cerámica en el área mediterránea, como ha evidenciado la arqueología¹²⁵ y la etnografía, tanto en sociedades pasadas como actuales. También en Mallorca¹²⁶, como se ha señalado, se documenta su utilización de forma habitual hasta la actualidad. Así pues, este tipo de tierras ya lleva suficientes inclusiones, o “arenas” como señalan los alfareros locales, de forma natural. Normalmente, para evitar fracturas derivadas de las variaciones internas del sedimento, éste debe mezclarse y homogeneizarse antes de usarse (Llabrés Ramis y Vallespir Soler 1980: 251-252).

¹²⁵ Este tipo de sedimentos se han utilizado desde el neolítico en la confección de cerámicas gruesas, por ejemplo en la producción de todo el repertorio cerámico cretense durante la Edad del Bronce, también en fábricas a romanas del área Cirenaica y cerámica de cocina de la Edad del Hierro en Galilea (Hein *et al.* 2004; Swift 2006; Shoval *et al.* 2006; Itge 1991b).

¹²⁶ En Mallorca se documentan explotaciones en el núcleo alfarero de Pòrtol (Marratxí) y en la zona de Manacor, especialmente se utiliza para fabricar cerámica de cocina (Llabrés Ramis y Vallespir Soler 1980: 251-252; Massot i Mut 1989: 78, 87; Canyelles 2001: 17).

Dentro del territorio más cercano a la zona de *Santa Ponça* los recursos que mejor responden a este tipo de materiales deben asociarse con los niveles del Holoceno de origen aluvial de *terra rossa* que se sitúan en la zona llana de *Son Bugadelles*, a 1700 m de distancia. Estas tierras eran destinadas a cultivos en época contemporánea y, actualmente, sobre ellas se emplaza un polígono industrial que ha tapado la mayor parte del depósito, por este motivo no se han podido analizar (García Rosselló y Alberó 2008). Además, no tenemos constancia documental de la utilización de estos afloramientos en concreto para la fabricación de vasijas. Otro depósito que podría responder también a estos rasgos composicionales se relaciona con los sedimentos aluviales del Pleistoceno, ubicados en la albufera de Magalluf a 3200 m de distancia del yacimiento. De todos modos, la experimentación con este tipo de arcillas en bruto ha demostrado que resultan poco aptas para la producción de cerámica si no se tratan convenientemente.

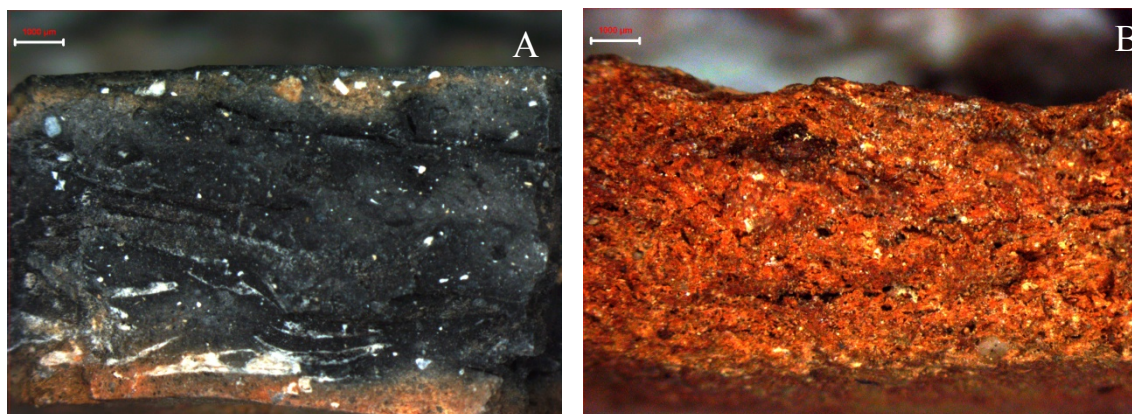


Figura 215. Microfotografías con lupa binocular mostrando la pasta fina y sin apenas carbonatos de A) pieza cerámica TSF-231 y B) pieza TSB-6/73.

17.2.4.2. Material de construcción.

Todos los materiales de construcción utilizados para impermeabilizar la cubierta del navetiforme 1 de *Closos de Can Gaià* se han mostrado muy característicos y parecidos en su composición. Éstos se caracterizan por tener un color muy rojizo y una alta cantidad de minerales de la arcilla, esencialmente illita y moscovita. Dentro del material de relleno (Fig. 216), hay que destacar una alta cantidad de cuarzo de tamaño muy pequeño y, en menor cantidad, feldespatos potásicos, óxidos opacos, laminillas de moscovita y plagioclasas.

Las muestras analizadas petrológicamente se caracterizan por la práctica ausencia de carbonatos y los análisis de DRX no han mostrado apenas picos de calcita. La composición mineralógica detectada en estas muestras, como se ha señalado, se asocia bien con otros depósitos de *terra rossa* de Mallorca analizados por DRX (Albero y Puerta 2009), tratándose por tanto de arcillas poco calcáreas. La escasa calcita que se documenta se concentra únicamente en algunos poros de la muestra y tiene, probablemente, un origen secundario o postdeposicional. La textura indica un sedimento muy fino con limos y sin apenas arenas o gravas. En definitiva, todos los datos evidencian que, en este caso, no se utilizó una marga, materia prima local muy abundante, sino que, dentro de la geología local, esta composición parece más relacionada con la utilización de suelos de *terra rossa*.

Como señalan Vaughn y Neff (2004), en sociedades preindustriales, el material de construcción no suele transportarse a grandes distancias. Este tipo de suelos se encuentran a menos de 100 m del yacimiento y se asocian a llanuras aluviales del Holoceno. Sin duda, este es el recurso mineral más abundante y cercano al poblado naviforme. Se trata de depósitos fundamentalmente arcillosos con un 30% de limos y un 10% de arenas que pueden llegar a tener hasta 5 m de potencia (ITGE 1991: 18). Estos rasgos texturales y mineralógicos, que se relacionan muy bien con los datos obtenidos de las muestras, permiten afirmar que, con toda probabilidad, se utilizó este depósito para conseguir una materia prima muy asequible con fines constructivos, permitiendo la impermeabilización de la cubierta de la estructura estudiada.

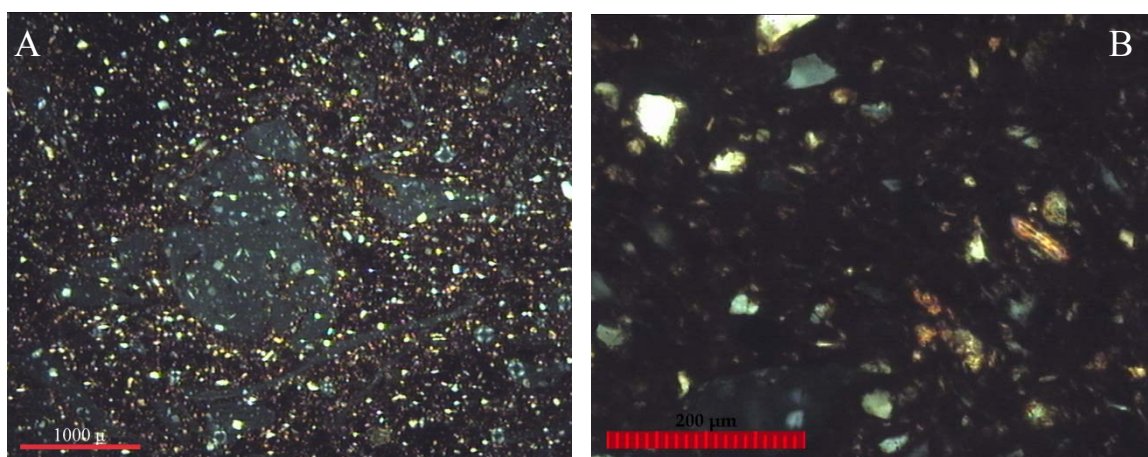


Figura 216. Microfotografías en lámina delgada con nicols cruzados mostrando material de cubierta de *Closos de Can Gaià*.

17.2.5. Arcillas ferruginosas.

La utilización de arcillas ferruginosas para fabricar vasijas resulta común en el mundo cerámico (Cuomo Di Caprio 1984; Morales 2005: 190; Schneider *et al.* 2007) si bien, en nuestro caso, éstas se asocian exclusivamente con cerámicas del *Turó de les Abelles* que se vinculan a los grupos químicos TSB-A y TSB-B. De todas formas, dentro de este gran grupo pueden adscribirse, por su alta cantidad de Fe_2O_3 , las piezas aisladas TSB-6/73, TSB-1/294, TSB-7/10, TSB-8/65, TSB-9/14, TSB-6/79 y TSB-6/87. Este grupo se distingue del resto de piezas por presentar una matriz muy rica en Fe_2O_3 (8-16%) y TiO_2 y con abundantes nódulos de hierro opacos (Fig. 217), probablemente hematites y titano-magnetita, de aspecto redondeado, siendo muchos de ellos de gran tamaño (1100-2300 μm). Podemos asegurar, en base a la importante presencia de opacos de gran diámetro, y las diferencias petrográficas y químicas de las cerámicas, que se trata de un tipo de arcilla muy diferente de las anteriores.

Los minerales pesados y los óxidos de hierro que están en estado natural en los sedimentos pueden ser muy característicos de un determinado lugar de origen y suelen ser habituales en las arcillas utilizadas para manufacturar cerámicas puesto que ofrecen cierta resistencia a los agentes erosivos. De este modo, la cantidad diferencial de Fe_2O_3 , o de inclusiones opacas asociadas a óxidos de hierro en las cerámicas, puede constituir un indicador para reconocer cerámicas fabricadas a partir de distintos depósitos como parece ser aquí el caso (Krause 1984; Van As 1984; Tucker 1991: 44, 97; Taboada *et al.* 1992; Riederer 2004; Shoval *et al.* 2006; Sauer y Gassner 2009).

Las pastas presentan algunos pocos carbonatos, calizas y precipitados. La presencia de CaO en el grupo es moderada (8-25%) y destaca la ausencia de microfósiles en las pastas. Se trata de un sedimento de un carácter menos calcáreo que el observado anteriormente en las cerámicas del *Puig de Sa Morisca* y la cantidad de CaO y calcita constatada se puede asociar, normalmente, a la presencia de cantidades muy variables de calcita cristalina añadida a la pasta. Finalmente, se documenta la presencia escasa de cuarzo monocristalino, subredondeado y redondeado de <400 μm de diámetro, algunas laminillas de moscovita y feldespatos. En este caso, los minerales de origen detrítico remiten a la utilización de arcillas sedimentarias finas, con limos y arenas finas. Sin embargo, la presencia en algunas de estas piezas de abundantes nódulos de arcilla nos remite a la utilización de una arcilla muy grumosa y poco homogénea.

En el ámbito mediterráneo se documentan arcillas lateritas que, como en el caso estudiado, pueden superar un 10-15% de hierro (Cuomo di Caprio 1984: 33; Schneider *et al.* 2007). Sin embargo, dentro de la geología de Mallorca, y en el área de *Santa Ponça*, no se documentan este tipo de depósitos, los sedimentos locales que podrían tener una alta cantidad de hierro son los derivados de rocas ígneas extrusivas como los basaltos muy localizadas en zonas concretas del norte de la isla (Pomar c. p.). En este sentido, no se han documentado fragmentos de rocas o minerales asociados a este tipo de formaciones en las muestras analizadas petrográficamente.

Dentro de la geología local, del área de *Santa Ponça*, los sedimentos que más podrían relacionarse con esta composición son los suelos de *terra rossa* antes comentados, ya que son sedimentos con una baja cantidad de carbonatos. Si bien las piezas se relacionan relativamente bien con este tipo de suelos, los datos no resultan concluyentes. Se han analizado algunos materiales de *Closos de Can Gaià* que se asocian con este tipo de materias primas y muestran una composición disimilar, excepto en la pieza TSB-6/73, con las piezas ferruginosas del *Turó de les Abelles*. Básicamente, se diferencian por no presentar las grandes inclusiones de óxidos de hierro observadas en este petrogrupo. La asociación con este tipo de recurso encaja sólo parcialmente con los datos petrográficos y químicos obtenidos de las cerámicas, aunque coinciden en lo que se refiere a la utilización arcillas rojas ricas en hierro, mucho menos calcáreas que las margas.

Si bien algunos de estos depósitos locales se relacionan vagamente con las cerámicas analizadas hay que señalar también la posible utilización de un depósito ya desaparecido o no localizado más cercano al yacimiento, que desconocemos y que no aparece en los mapas geológicos de la región. Esta posibilidad puede plantearse si consideramos que, en los terrenos de los alrededores del yacimiento (Camps y Vallespir 1998) así como en otros valles colindantes (Albero 2006), se localizan abundantes nódulos de hierro detectables macroscópicamente muy parecidos a los que han podido observarse en algunas cerámicas. La presencia de estas inclusiones en el entorno resulta indicativa de la existencia de suelos, cercanos al yacimiento, con algunas de las características observadas en las cerámicas.

En definitiva, los datos disponibles hasta ahora no son concluyentes y permiten señalar únicamente la utilización de arcillas ferruginosas de origen sedimentario, no se está en condiciones de precisar más en su adscripción dentro de la geología local y en el territorio de *Santa Ponça*. Además no hay indicios para descartar un origen foráneo de las mismas, puesto que sedimentos de este tipo, con altas cantidades de titanio, hierro y zircón son comunes en el área mediterránea, por ejemplo, en la zona del Delta del Ebro (Viladevall *et al.* 1991).

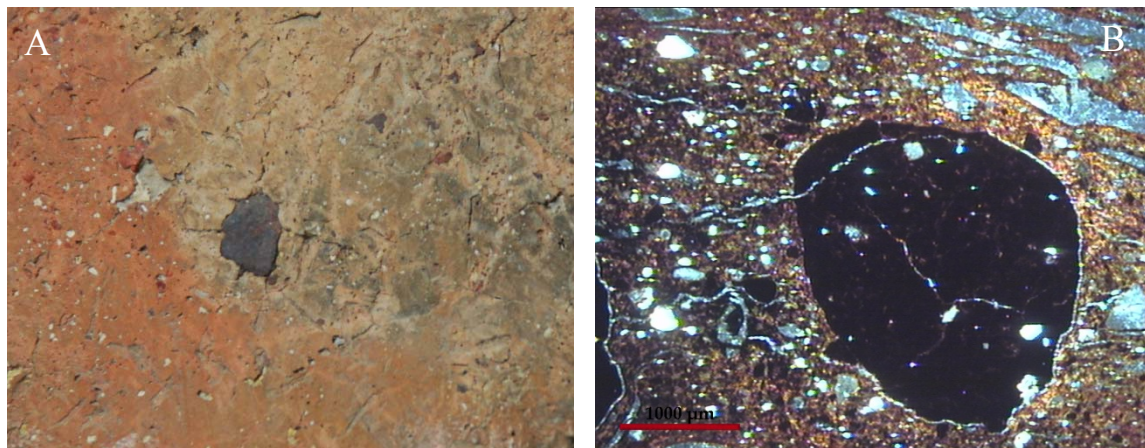


Figura 217. Microfotografías de pastas ferruginosas. A) Gran inclusión de hierro observada con binocular que ha generado fracturas en forma de estrella (TSB-9/80). B) Nódulo de hierro con cuarzos en el interior en una lámina delgada (TSB-6/82, PPL).

17.2.6. Arcillas ígneas intrusivas (graníticas).

Los minerales observados petrográficamente en la pieza CLG-2755: cuarzo, feldespato potásico, plagioclasas, mica biotita y moscovita, se asocian con la composición de rocas intrusivas ígneas plutónicas o subvolcánicas como ofitas o granitos de las que derivan las arcillas utilizadas (Mackenzie y Adams 1994: 92-93). Desde el punto de vista composicional, las rocas subvolcánicas son equivalentes a las plutónicas, por lo que pueden tener la misma gama de composiciones mineralógicas que éstas, aunque se diferencian en su textura. Los minerales observados se relacionan, por tanto, con la presencia de rocas graníticas muy alteradas que se han depositado en forma de arenas en las cuencas fluviales.

En Mallorca los únicos depósitos de origen ígneo se relacionan con rocas volcánicas o efusivas se localizan en la zona de *Cala Tuent* y se asocian a un enfriamiento rápido del magma tras erupciones volcánicas. Se componen básicamente de basaltos ricos en vidrio volcánico. Así pues, la composición observada asociada a depósitos intrusivos no está presente geomorfológicamente en la isla, por lo que la composición mineralógica es, en este caso, incompatible con la geología local sin lugar a dudas. Esta pieza, la única del registro con estas características, tiene un origen foráneo y, obviamente, no ha podido ser clasificada dentro de ningún grupo de referencia en los análisis geoquímicos. En este caso, cabe preguntarse si la pieza ya estaba confeccionada al llegar a la isla o bien la pieza se modeló en Mallorca a partir de arcillas procedentes de otros lugares.

Teniendo en cuenta los principales derroteros que conectan las islas con el continente (Guerrero 2006a y b; Guerrero *et al.* 2007), podemos tratar de establecer una procedencia hipotética de los materiales utilizados para confeccionar la vasija. Este tipo de formaciones, donde predominan rocas plutónicas u ofitas, son típicas en muchas regiones de la península. En el área catalana estas rocas se pueden encontrar en la zona de *El Maresme, El Vallés, Selva y L'Empordà* (Fig. 218). Por otro lado, ya en zonas no costeras, depósitos de este tipo pueden documentarse en algunos puntos de la Cordillera Subéctica. Hay que señalar que el origen establecido no implica tampoco contactos directos con las áreas concretadas, las personas pueden transportar la cerámica a muchos otros lugares desde los que pudo llegar a las Baleares.

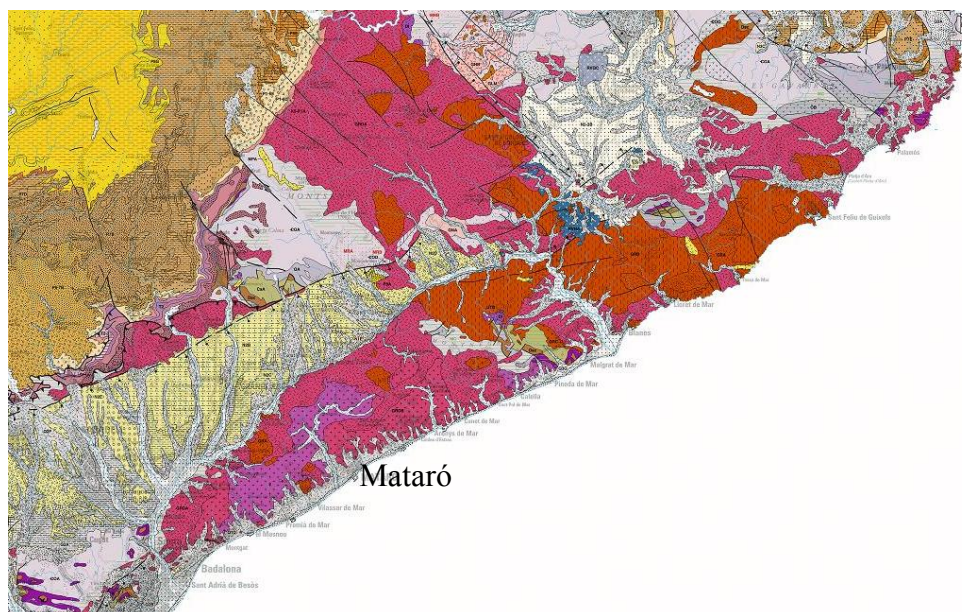


Figura 218. Mapa mostrando la distribución de rocas ígneas plutónicas y sub-volcánicas del área noroeste de la costa catalana. En naranja granitos moscovíticos con biotita y granitos biotíticos.

17.3. Materia prima: disponibilidad y accesibilidad.

Los recursos arcillosos disponibles en el territorio suelen ser variados, y rara vez se reducen a un sólo depósito, hecho que ha podido constatarse en las áreas de estudio. La información obtenida del análisis de arcillas y de las pastas cerámicas, ha permitido establecer un marco base sobre el que interpretar la procedencia de las piezas y la significación de la tecnología empleada que permita abordar las distintas conductas observadas en la selección de materia prima. La elección de determinadas localizaciones, así como el procesamiento que realizan los seres humanos de los recursos, puede responder a estímulos de diversa índole entre los que hay que contemplar distintos criterios: funcionales y técnicos, económicos, sociales, simbólicos, ideológicos e incluso políticos (alianzas, tenencia de la tierra, etc.), todo ello en conjunción con los medios materiales disponibles y su proximidad geográfica (Echalier 1984: 14; Barley 1994: 81; Arnold 2000; Neupert 2000; Stark *et al.* 2000; Levi y Sonnino 2003; Koriakova 2006).

En este sentido, resulta vital contemplar ciertos aspectos paleo-ecológicos que afectan a la accesibilidad y disponibilidad de materias primas, desgrasantes y combustibles. Estas variables pueden afectar a los materiales utilizados en la producción y, por ende, al resto de la cadena de producción y uso. La accesibilidad de los recursos se ha considerado como una de las variables que puede explicar también el grado de variabilidad observado en el registro cerámico y sus propiedades. Hay que aceptar que resulta poco probable que se produzcan fenómenos naturales capaces de alterar la disponibilidad de todos los recursos naturales en su conjunto (Rice 1984a). Sin embargo, la desaparición, aunque sea temporal, de un recurso puede implicar la redefinición de la estrategia de gestión de la totalidad de los mismos.

Así pues, uno de los aspectos que puede intervenir directamente en la selección de las materias primas es la disponibilidad de las mismas. La accesibilidad es un factor a tener en cuenta en los estudios que se centran en la utilización de recursos como la arcilla y puede condicionar la elección o rechazo de una fuente, aunque ésta sea de buena calidad (Arnold 2000; Cooper 2002: 13; Moshe y Adan-Bayewitz 1999; Martineau *et al.* 2007). Algunos autores (Rice 1984a), han sugerido que la disponibilidad de los recursos puede ser una de las variables que obligue necesariamente a los alfareros a cambiar de fuente de materia prima. Esta variable debe tenerse, por tanto, en cuenta cuando se trate de abordar el cambio en las materias primas utilizadas.

De esta manera, estudios etnográficos, como los efectuados con las tribus Shipibo-Conibo (Perú), han demostrado una explotación preferencial de los recursos dependiendo de ciclos naturales que alteran en el tiempo la accesibilidad a los mismos. Mientras unas vetas de arcilla, en determinadas épocas del año, están cubiertas por cursos de agua otras resultan más accesibles. Los puntos de extracción de arcilla no tienen por qué estar fijos en el espacio, sino que en ello influye una conexión entre flujos naturales y sociales (De Boer 1984; Gallegos y Armijo 2008).

Dependiendo de su localización y de la época del año, las arcillas se pueden presentarse más o menos húmedas. Esta variable puede influir en el proceso de fabricación ya que arcillas excesivamente húmedas deberán dejarse secar antes de poder fabricar las cerámicas. Esta variable se ha considerado relevante ya que puede favorecer, además, algunas elecciones tecnológicas, como la adición de materia orgánica. Esta opción pueden evitar el incremento del tiempo de secado y reducir el tiempo destinado a la producción (Schiffer y Skibo 1987).

Una vez se ha realizado una aproximación a los recursos arcillosos empleados por las comunidades prehistóricas a partir del estudio de las pastas vale la pena plantear esta variable en el estudio de la gestión de las materias primas constatada. En este sentido, cabe plantearnos sobre la accesibilidad de los distintos sedimentos en el periodo que nos interesa, antes del cambio de era, en relación a los rasgos de las pastas cerámicas. Como ya se ha comentado en anteriores capítulos, gran parte de la zona que comprende el Hinterland del poblado del *Puig de Sa Morisca* estaba ocupada por una área de albufera de carácter salino que se adentraba tierra adentro y se relacionaba con la presencia de niveles arcillosos del Cretácico, del Paleógeno y el Holoceno de la albufera localizados muy cerca del *Turó de les Abelles*, que han presentado en los análisis abundante microfauna asociada a este tipo de ambientes salinos. De esta manera, los recursos arcillosos de mayor calidad para la fabricación cerámica (García Rosselló y Alberó 2008; Alberó y García Rosselló 2008 y 2010) se sitúan en esta área, estando disponibles en un área muy restringida y ubicada en una zona con una alta densidad de yacimientos.

Muchos investigadores, apuntan hacia una cota más alta del nivel del mar en la zona de *Santa Ponça* antes del cambio de era, que pudo experimentar oscilaciones de 3-4 m respecto a cota la actual (Esteban *et al.* 1991; Camps y Vallespir 1998; Guerrero *et al.* 2002; Guerrero 2007).

Dadas estas condiciones paleo-ecológicas del entorno, hay que considerar que, tal vez, muchas de las arcillas aptas para la producción cerámica detectadas en la albufera de *Santa Ponça*, pudieron no ser accesibles y no visibles o perceptibles hasta épocas posteriores.

Pensamos que un método adecuado para conocer qué arcillas estaban o no disponibles consiste en considerar de forma conjunta tres variables: 1) el nivel del mar aproximado existente en época protohistórica de la albufera de *Santa Ponça*, 2) la altura a la que se ubican los asentamientos del área y 3) la cota a la que se encuentran los afloramientos de arcilla detectados.

En este sentido, algunos estudios y sondeos realizados en la albufera de *Santa Ponça* (Camps y Vallespir 1998; Guerrero *et al.* 2002) señalan, como se ha indicado, que la albufera, actualmente desecada, se habría adentrado cientos de metros hacia el interior. Todo evidencia que el yacimiento conocido más cercano al nivel del mar el *Turó de les Abelles* se ubicaba en una pequeña colina a una cota de 10 m sobre el nivel de la albufera por lo que estaba a prácticamente a nivel del mar, situándose los restantes yacimientos detectados en *Puig de Sa Morisca* por encima de este asentamiento. Se puede situar la accesibilidad de los recursos arcillosos del área de *Santa Ponça* en dos grupos, uno de materiales más inaccesibles situados en cotas por debajo del *Turó de les Abelles* y en plena albufera y otro, de recursos muy accesibles ubicados por encima de esta cota >10 m y por encima de este yacimiento.

17.3.1. Arcillas poco accesibles.

Las arcillas aptas procedentes de los niveles de albufera se recogieron a cotas más bajas que el yacimiento citado, que se supone estaba próximo al nivel del mar. Se trata de los depósitos del Cretácico que, según se deduce de los mapas geológicos (ITGE 1958), sondeos realizados por Camps y Vallespir (1998) y por el equipo de prehistoria de la UIB, conformarían el lecho de la albufera. Por otro lado, los sedimentos arcillosos del Holoceno que actualmente se relacionan con un pequeño torrente que transcurre desde las faldas del *Puig de Saragossa* hasta la playa por el sector este de la albufera que realiza un aporte de sedimentos recientes sobre los niveles cretácicos de la albufera.

Probablemente, dadas las condiciones paleo-ecológicas comentadas, hay que contemplar, por tanto, que tal vez, las arcillas aptas para la producción cerámica detectadas en la albufera de *Santa Ponça* pudieron ser no visibles¹²⁷ o al menos, más difíciles de percibir durante ciertos periodos. Dado que habrían estado cubiertas de agua, al menos en determinadas épocas del año, habrían resultado no accesibles y menos perceptibles, por tanto, potencialmente son depósitos con una menor probabilidad de haber sido utilizados para la producción cerámica. En este sentido, no tenemos ninguna prueba, derivada del análisis de las pastas cerámicas, de la utilización de estos depósitos de albufera, tanto del Cretácico como del Holoceno, para confeccionar las vasijas. Además, ambas arcillas son ricas en foraminíferos y ninguna de las piezas ha presentado microfósiles que puedan vincularse a estos sedimentos.

A pesar de que abundantes estudios etnoarqueológicos y arqueológicos, citados anteriormente, han demostrado que la cercanía de estos niveles hacen susceptible y altamente probable su utilización por parte de los ceramistas que habitaron en la zona, hay que contemplar que las posibilidades físicas del entorno habrían impedido su explotación. Por otra parte, se debe considerar también que en caso de ser accesibles, estas arcillas se presentarían muy húmedas la mayor parte del año y habrían requerido de determinadas alteraciones y adecuaciones en el proceso de fabricación, en la organización de la producción y en los patrones de consumo de las vasijas.

17.3.2. Arcillas accesibles.

En base a los criterios establecidos anteriormente, debemos suponer por su ubicación actual, a unas cotas más altas que los yacimientos ocupados durante la prehistoria que las arcillas que reúnen estas condiciones podrían ser más fácilmente perceptibles, accesibles y utilizables para la consecución de artefactos. En este sentido, debemos señalar que varios recursos arcillosos del área de *Santa Ponça* habrían cumplido estos requisitos, ya que se sitúan a una cota de unos 50 m sobre el nivel del mar. Por un lado, las arcillas de *terra rossa* ubicadas en *Son Bugadelles* al norte de la albufera y que podrían haberse utilizado hipotéticamente para confeccionar muchas de las piezas del *Turó de les Abelles*.

¹²⁷ Si bien ello no es un motivo para descartar la selección ya que se documenta en Tabasco como las alfareras detectan y seleccionan arcillas aluviales sumergidas a unos 0.5 m de profundidad a partir del tanteo con las manos en el fondo (Gallegos y Armijo 2008).

También las calizas margosas utilizadas como material de construcción son muy abundantes constatándose múltiples afloramientos en el entorno en la periferia de la albufera y en las faldas de las formaciones rocosas adyacentes a la misma.

Por otro lado, las arcillas más plásticas constatadas en el territorio, las del Paleógeno, resultaron fácilmente visibles en los cortes y desprendimientos de la ladera (Fig. 219) que se producen en el entorno del sector septentrional del *Puig de Sa Morisca*, muy cerca del yacimiento conocido como *Santa Ponça 5*, y en el propio *Turó de les Abelles*. Como se ha visto, estas últimas arcillas habrían sido con total seguridad, además de las más accesibles y cercanas a los yacimientos del *Puig de Sa Morisca*, las empleadas en la fabricación de la mayoría de piezas de esta localización. En este caso, los agentes erosivos constituyen uno de los factores que pueden afectar a la configuración de los depósitos. Estos procesos son importantes en la creación o en la eliminación de los recursos arcillosos disponibles y pueden poner al descubierto nuevos filones y vetas de arcilla (Rice 1984b; Arnold 2000). En definitiva, podemos considerar que estas arcillas, especialmente las del Paleógeno estarían más secas y además resultarían factiblemente visibles, perceptibles y accesibles. Además, la cercanía de estas vetas (Fig. 220) favorece su transporte a pie, sistema de transporte empleado por muchas sociedades actuales pre-industriales (Van der Leeuw 1984).

Finalmente, en el caso de *Closos de Can Gaià*, todas las arcillas constatadas en el entorno: margas del Cretácico, del Paleógeno y los depósitos de *terra rossa*, se sitúan a cotas más altas y lejos de la costa donde predominan, en cambio, calcarenitas (Fig. 221). Por tanto, para esta área debemos pensar que, en condiciones normales, la totalidad de las materias primas arcillosas documentadas debieron estar disponibles ininterrumpidamente. En el caso de este yacimiento las principales diferencias se registran en la distancia existente a los recursos, mientras los depósitos de arcillas rojas, utilizados para material de construcción, se sitúan en la zona adyacente del asentamiento, los otros materiales se sitúan a una distancia que supera los dos kilómetros.



Figura 219. Fotografía mostrando la veta de arcilla del Paleógeno del *Comellar de sa Terra des Gerrers*, cubierta por niveles cuaternarios y aflorando en los cortes de la ladera ocasionados por la erosión.

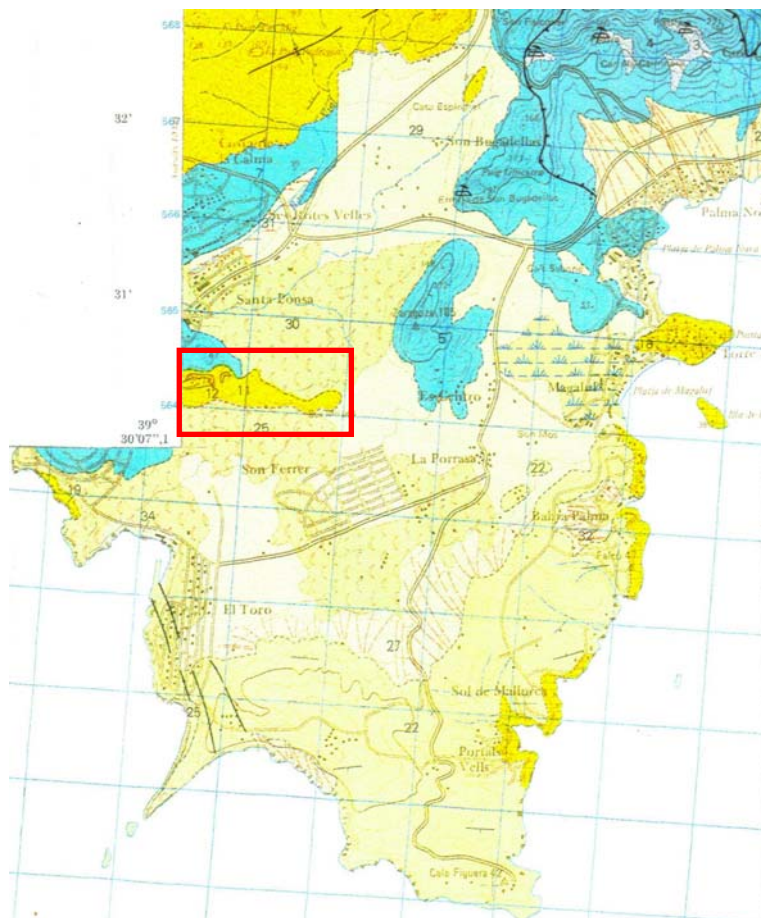


Figura 220. Mapa Geológico de la península del sur de *Calvià* mostrando los depósitos arcillosos del área. Encuadrado depósito de arcilla del Paleógeno representado en la figura anterior (ITGE 1991).

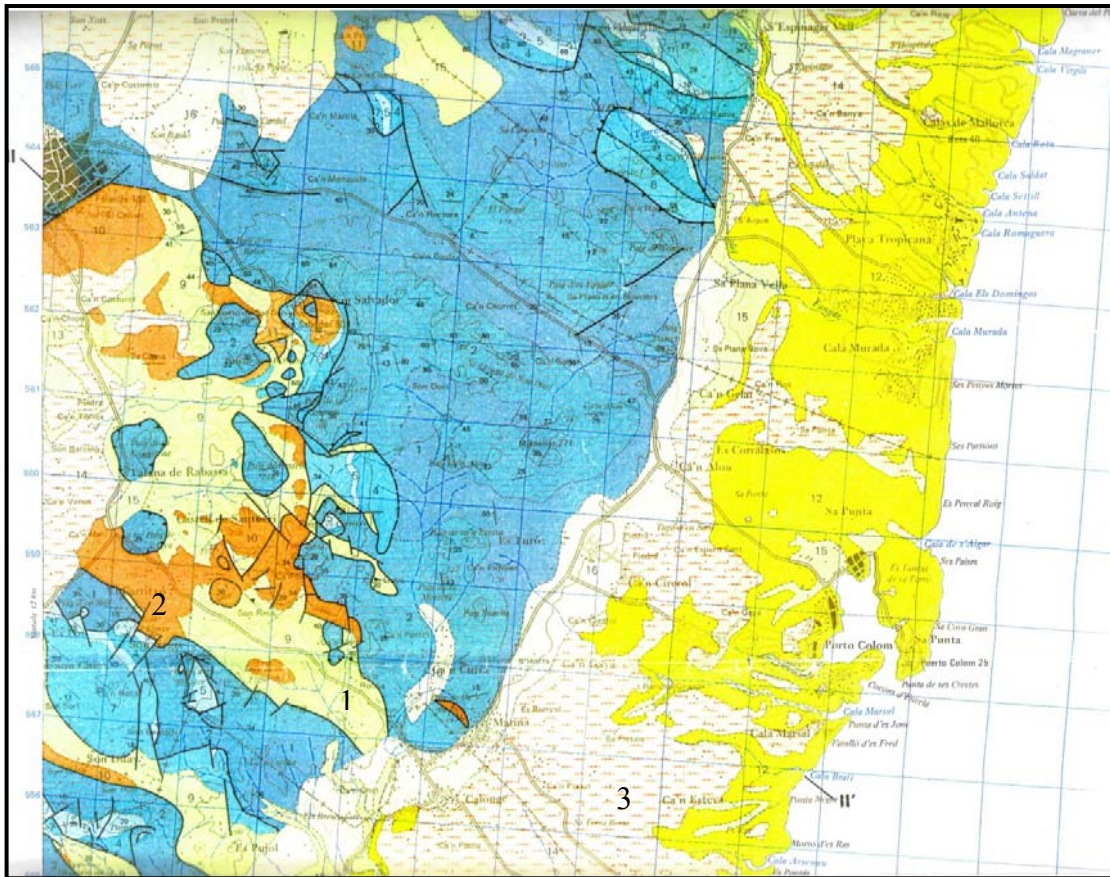


Figura 221. Mapa geomorfológico del área de *Porto Colom* mostrando afloramientos de arcillas del Cretácico (1), Paleógeno (2) y *terra rossa* (3) presentes en el territorio inmediato a *Closos de Can Gatà*. (ITGE 1991b).

17.4. Extracción de la arcilla.

El primer paso a la hora de recoger la materia prima suele consistir en la eliminación de la capa de humus que suele cubrir y contaminar los sedimentos. En sociedades actuales, la extracción de la arcilla, suele realizarse en superficie, a partir de un hoyo de unos 2 o 3 m de diámetro que, en algunos casos, puede llegar a alcanzar 3 metros de profundidad. En este sentido, la presión existente en la profundidad de extracción señalada no produce cambios acusados en la arcilla de modo que el material se puede mantener relativamente homogéneo en sus cualidades y en su composición (Stark *et al.* 2000; Cuomo Di Caprio 1984: 58; Echalié 1984; Druc 1996). Abordar esta fase de la cadena operativa ante la ausencia de evidencias de trazas y de herramientas en las posibles zonas de extracción entraña múltiples dificultades. Los materiales de naturaleza arcillosa, por su naturaleza, suelen modificarse superficialmente mediante diversos procesos erosivos de modo que las trazas de extracción se suelen borrar con el paso del tiempo.

En este sentido, sólo se pueden establecer algunas conjeturas acerca del sistema de extracción básico que parece constituir la opción más probable en el caso de los depósitos que se constatan en los territorios estudiados. Tanto los depósitos de *terra rossa* como las margas del Cretácico ofrecen amplias posibilidades, dada la extensión de los depósitos, para explotarse en vetas horizontales¹²⁸ durante periodos de tiempo prolongados ya que de ellos se pueden extraer grandes cantidades de material. Por otro lado, las capas del Paleógeno de la zona de *Santa Ponça* se presentan, dada su ubicación, en una pequeña torrentera localizada en el sector septentrional del *Puig de Sa Morisca*, visibles en cortes en la ladera lo que facilita su extracción a través de vetas verticales.

Como ya se ha comentado, la extracción de arcilla, si se realiza de forma intensa y continuada, puede llegar a agotar algunas de las fuentes de obtención de materia prima disponibles. De este modo, la extinción o el agotamiento de un depósito puede favorecer cambios en las localizaciones de las arcillas utilizadas en la producción cerámica, obligando necesariamente a los alfareros a cambiar de fuente de materia prima. Esta variable debe tenerse, por tanto, en cuenta cuando se trate de abordar el cambio en las materias primas utilizadas. Estas deslocalizaciones pueden ser resultado, además de su agotamiento por vía antrópica, de procesos ambientales como la erosión o cambios sociales que afectan a la tenencia de la tierra y la gestión de los suelos (Rice 1984a; Echalié 1984; Druc 1996; Cruz 1996; Stark *et al.* 2000).

En nuestro caso, la amplitud y la extensión de los depósitos documentados pone de relieve que, difícilmente, éstos se pudieran agotar, sobre todo si se considera que, *a priori*, la producción que se desarrolló en la zona era para el autoconsumo y no consistía en una producción de mercado a gran escala. Uno de los afloramientos de menor extensión, el del Paleógeno cuyo topónimo, como se recordará, “*Es Comellar de sa Terra Gerrers*” indica de las posibilidades de extracción de arcilla en este emplazamiento todavía en épocas recientes. Éste depósito fue probablemente explotado también, tal vez desde Época Moderna¹²⁹, por parte de alfareros del núcleo poblacional de Calvià (Coll

¹²⁸ De todos modos, no se puede descartar la utilización de métodos de extracción más complejos y que implican una mayor peligrosidad (Varela 1990) como la creación de galerías subterráneas. Por el momento no tenemos constancia de esta práctica, y dadas las características de los depósitos así como su localización, tampoco pensamos que éstos fueran necesarios.

¹²⁹ La utilización de un mismo depósito de arcilla durante distintos periodos históricos no resulta extraña, por ejemplo, las arcillas utilizadas para la cerámica mayólica de Lérida parecen ser las mismas que las que se habían utilizado en los alfares romanos de la zona para confeccionar terrasigillata hispánica (Iñáñez y Buxeda 2009).

1997b). Las posibilidades de explotar intensamente esta arcilla durante épocas protohistóricas resultarían, por tanto, factibles.

La recogida de arcilla puede efectuarse, como se ha constatado en San Nicolás (Filipinas) (Longacre 1999), sólo con la mano mientras, en otros casos, se pueden utilizar herramientas para su extracción. En nuestro caso, al no localizarse las áreas de extracción de arcilla ni las zonas donde se fabricaban las cerámicas y al disponer, por tanto, sólo del producto final, no disponemos de ningún tipo de evidencia sobre el tipo herramientas que pudieron ser utilizadas en la extracción, manipulación, almacenaje o el transporte de la arcilla. Solamente se podrá avanzar en este aspecto mediante la prospección exhaustiva y la excavación sistemática de aquellos afloramientos de arcilla de los que, como las vetas del Paleógeno de *Santa Ponça*, presentan claras evidencias de haber sido utilizadas para la producción de artefactos.

Estudios etnográficos realizados en la tribu Bantu (Sudáfrica) documentan que la cantidad de arcilla que debe extraerse se estipula, según un alfarero, “*visualizando las piezas, el tamaño y la forma, en la materia prima*” (Krause 1984). De todas formas, la arcilla extraída puede superar las necesidades de fabricación inmediatas del alfarero ya que ésta puede ser almacenada durante largos periodos de tiempo sin perder las características necesarias para la fabricación de cerámica, incluso durante varios meses o más de un año. Para ello, la materia prima debe guardarse envuelta, por ejemplo en fibras textiles o paños húmedos y almacenarse en un lugar fresco, evitando emplazamientos con alto riesgo de congelación. Ello permite que el material se mantenga relativamente húmedo, incluso si no ha sido depurado previamente, y que pueda utilizarse en función del ritmo de la propia producción o de la demanda (Drake 1972: 11, 26; Llabrés Ramis y Vallespir Soler 1980).

En este sentido, si se considera el reducido tamaño y espacio útil de los espacios domésticos, tanto en la Edad del Bronce como en la Edad del Hierro, con la consecuente ausencia de espacios con las características necesarias para la conservación junto con la cercanía de los depósitos utilizados, pensamos que la mejor opción debió consistir en ir a la veta a buscar la materia prima en caso de necesidad. La extracción de grandes cantidades de arcilla puede implicar el desperdicio de un bien importante en caso de mala conservación y las vetas de arcilla suponen “almacenes naturales” donde éstas se conservan perfectamente.

Finalmente, si consideramos que el tipo de producción realizada es doméstica, con una escala de producción baja y donde normalmente no se fabrica cerámica para la exportación fuera del propio territorio, resulta evidente que el esfuerzo destinado a extraer grandes cantidades de arcilla que no van a utilizarse en un plazo relativamente corto de tiempo resulta una estrategia poco rentable. Esta estrategia requiere de mayores esfuerzos para el transporte y almacenaje de la arcilla que además ocupa más espacio útil y requiere de la fabricación de más artefactos existiendo además un mayor riesgo de echar a perder la materia prima y de fracasar en las producciones que se realizan debido a posibles alteraciones en las cualidades de los materiales que resultan imperceptibles por los alfareros.

En lo que se refiere a la distribución de género en los procesos de extracción de arcillas ésta puede ser tremendamente compleja, ya que tanto alfareras como alfareros desarrollan una importante interacción con los materiales que utilizan. Se documentan casos en África, con una simbología muy marcada, donde los hombres son los únicos que pueden romper la tierra para extraer la arcilla (Barley 1994). En otras sociedades, como en Ticul (Yucatán, Méjico), los recursos arcillosos se gestionan por unos pocos especialistas que seleccionan, extraen y preparan la arcilla para después distribuirla entre los alfareros (Arnold 1999). En San Nicolás (Filipinas), los hombres que forman el núcleo familiar (maridos, padres e hijos) extraen y transportan la arcilla, los desgrasantes y el combustible que van a utilizar después las mujeres en la producción (Longacre 1999).

Por otro lado, en zonas como los Balcanes, Tabasco o Pereruela donde la producción es a mano y el uso doméstico de las cerámicas la realizan normalmente las mujeres son éstas las que suelen extraer, transportar y preparar las arcillas, aunque los hombres pueden participar eventualmente en algunos de estos procesos. De esta manera, las mujeres organizan su producción, bien individualmente o en grupos, dependiendo de la distancia y la accesibilidad de las fuentes de materia prima (Djordjevic 2003; Gallegos y Armijo 2008). En este sentido, con los datos disponibles por el momento, somos incapaces de pronunciarnos al respecto de la distribución de género en los procesos de extracción de la arcilla para el registro estudiado. De todos modos, más adelante se hará un breve acercamiento a este tema en relación al conjunto de la cadena operativa.

A menudo relacionado con aspectos de género se puede observar en muchas sociedades, como se tratará en profundidad en capítulos posteriores, como el proceso de extracción de la arcilla está imbuido, como en la alfarería de Quinoa (Perú), de una fuerte carga ideológica. Este proceso aparece en diversas religiones relacionado con el culto a los ancestros, y con mitos alusivos a la fecundidad y a la creación. De esta forma, muchos depósitos aluviales o de albufera, típicos en la fabricación de cerámica, suelen estar en estrecha relación con el simbolismo que muchas sociedades otorgan al agua. Este tipo de prácticas simbólicas e ideológicas pueden tener cierta significación ya que constituyen un mecanismo capaz de materializar la identidad, en especial la del conjunto de alfareros que explotan el depósito. A veces, la extracción de arcilla conlleva la realización de rituales, sacrificios u ofrendas a la tierra y a la creación de altares destinados a tal efecto (Barley 1994: 23, 51-52; Arnold 2000; Koriakova 2007; Gallegos y Armijo 2008).

Una vez las arcillas se han extraído éstas deben transportarse al lugar donde se almacenan o preparan las pastas. La cercanía de los depósitos arcillosos observados, disponibles en el territorio a menos de 2 km de distancia, favorece su transporte a pie, sistema empleado por muchas sociedades actuales. Cantidades moderadas de arcilla se pudieron transportar sin problemas en sacos o contenedores de otro tipo a pie, tanto de forma colectiva como individual, a veces utilizando también animales de carga (Van der Leeuw 1984; Djordjevic 2003; Gosselain 2008).

18. PREPARACIÓN DE LA PASTA: DECANTACIÓN, ADICIÓN DE DESGRASANTES Y MEZCLAS DE ARCILLAS.

Introducción.

La pasta supone el material obtenido a partir de las arcillas, que pueden ser opcionalmente mezcladas con otras sustancias, con el que el alfarero después modelará las piezas. Para que la cerámica pueda fabricarse y cumpla ciertos requisitos funcionales es necesario que la pasta presente también ciertas características. En este sentido, el alfarero debe partir de una fuente de materia prima apta para que la fabricación de las piezas y la utilización de determinadas herramientas y técnicas tengan éxito. En caso contrario, el artesano puede alterar ciertas propiedades de los materiales de partida.

Algunas veces, se opta por utilizar arcillas distintas dependiendo del grado de adecuación de las mismas a las diversas necesidades de la producción, al tipo de objeto que se va a fabricar o el uso que va a tener el mismo. Otras, un ceramista puede preparar diferentes tipos de pastas utilizando como base una misma materia prima. Como vemos, durante el proceso de fabricación de una cerámica, o de otros artefactos realizados con arcilla, se pueden producir múltiples cambios en la fisonomía de la materia prima original dependiendo de las acciones que realiza el artesano. Estos cambios son distintos según el proceso que se aplique y afectan, principalmente, a la textura y a la composición química y mineralógica de las arcillas seleccionadas y extraídas (Cuomo Di Caprio 1984: 58- 63; Blackman 1992; Orton *et al.* 1993: 135; Buxeda *et al.* 1995; Arnold 2000; Ortega *et al.* 2005; García Rosselló 2008: 53; Sterba *et al.* 2009).

Normalmente, pocas arcillas pueden utilizarse directamente para modelar sin ningún tipo de preparación previa, sin embargo, no todas las arcillas disponibles en los territorios de las comunidades de alfareros necesitan modificarse necesariamente. Está constatada etnológicamente¹³⁰ la explotación de arcillas aluviales ligadas a depósitos recientes, que presentan una gran cantidad de inclusiones. Estas arcillas se emplean directamente, tal y como se extraen, para la fabricación de cerámica, ya que, normalmente, contienen la cantidad de materiales no plásticos necesarios para que la pasta tenga consistencia al modelarse y para que las piezas puedan sobrevivir a los procesos de fabricación, uso y mantenimiento.

Como se ha comprobado experimentalmente algunas de las arcillas analizadas, como las del Holoceno de la albufera de *Santa Ponça* y en menor medida las del Paleógeno o las del Cretácico, contienen de forma natural la cantidad de inclusiones necesarias para poseer consistencia, no mostrar fracturas en la fase de secado, y sobrevivir, la mayoría de las muestras, a una cocción relativamente rápida y agresiva. Este tipo de arcillas son, por tanto, *a priori*, ideales para la producción de cerámica prehistórica y, en algunas sociedades (Williams 1982; Gibson y Woods 1990: 32-33), arcillas con estas cualidades suelen usarse durante largos periodos de tiempo.

¹³⁰ Alfareros de sociedades actuales que usan arcillas sin ningún tipo de decantación o la adición de desgrasantes se documentan entre los Bantu (Krause 1984), los alfareros de la zona de Negros en Filipinas (Van der Leeuw 1984), en Congo (Mercader *et al.* 2000), Ghana (García Rosselló y Calvo c. p.), entre los Kalinga (Skibo 1992) y en Pòrtol, Mallorca (Llabrés Ramis y Vallespir Soler 1980; Albero y Puerta 2009). También se constata en los alfareros prehispánicos de Tabasco (Gallegos y Armijo 2008).

Sin embargo, ya se ha señalado que no tenemos constancia de la utilización de los dos primeros afloramientos que al parecer, habrían resultado difícilmente accesibles. En cambio se opta en el *Puig de Sa Morisca* por utilizar el tercero que, como se ha observado, presenta algunos problemas en la fase de cocción si no es desgrasado convenientemente.

Un aspecto que se ha considerado interesante señalar haciendo referencia a esta cuestión es la disponibilidad de este tipo de materias primas en el espacio. El tiempo destinado a realizar la acción de buscar la arcilla y preparar la pasta puede variar dependiendo de la arcilla de origen, el grado de depuración de la misma y la materia prima que se utilice para desgrasar, tanto si es otra arcilla como si se utilizan desgrasantes. Analizar formalmente el esfuerzo destinado en la preparación de la arcilla puede constituir una herramienta para abordar qué otros imperativos, distintos al concepto de eficiencia técnica y económica, están ligados a la selección y manipulación de materias primas (Martineau *et al.* 2007).

De este modo, las arcillas del Cretácico y del Paleógeno susceptibles de haber sido utilizadas para fabricar cerámicas por las comunidades de *Closos de Can Gaià*, y las segundas por los alfareros del *Puig de Sa Morisca*, presentan ciertas ventajas e inconvenientes. Como ventajas hay que señalar que se trata de arcillas muy accesibles, cercanas a los asentamientos que, además, se presentan muy depuradas por lo que se reduce el esfuerzo necesario para prepararlas y homogeneizarlas. Sin embargo, estas arcillas, al ser excesivamente finas, habrían requerido de la adición de materiales antiplásticos con tal de reducir la excesiva plasticidad y minimizar los problemas del alto grado de absorción de agua que presentan. De este modo, la necesaria preparación de la pasta habría incrementado el tiempo destinado a la producción de los artefactos cerámicos.

18.1. Depuración de la arcilla.

18.1.1. Cerámicas.

La primera alteración que se produce en la arcilla en bruto está en relación con la depuración de la materia prima, siendo ésta más o menos intensa dependiendo de la calidad de la arcilla y, a veces, del tipo de producción que se va a realizar. Raramente se puede utilizar directamente una arcilla sin recibir una preparación previa. Antes de añadir ningún componente a la arcilla, los artesanos lo que suelen hacer es retirar, normalmente a mano o mediante un proceso de levigado, los materiales más gruesos (>5 mm) que se hallan presentes en la arcilla, tanto de naturaleza mineral, esencialmente fragmentos de rocas, como vegetal. Este proceso de limpieza superficial resulta vital ya que los componentes gruesos que están en la materia prima dificultan el modelado, son susceptibles de crear una cerámica macroporosa cuando hay altas cantidades de materia orgánica y pueden generar fracturas de cierta envergadura como consecuencia de los cambios de volumen que experimentan los componentes no plásticos durante el proceso de fabricación. Finalmente, el proceso de depuración permite la evacuación y eliminación de las posibles bolsas de aire que están presentes en los poros de la arcilla, reduciendo los efectos de su evaporación durante la cocción. Esta acción de depurado de la arcilla puede llevar, en base a estudios etnográficos, y dependiendo de la granulometría del sedimento y del producto a preparar, unos 20 o 30 minutos (Drake 1972: 17; Krause 1984; Gibson y Woods 1990: 32; Varela 1990; Blackman 1992; Skibo 1992; Barley 1994: 23; Druc 1996; Neupert 2000; Arnold 2000; Stark *et al.* 2000; Djordjevic 2003; Spataro 2004; Banning 2005: 167; González 2005; Tsantini 2007; Gallegos y Armijo 2008; Gosselain 2008; García Rosselló 2008: 178).

En algunas producciones el proceso de depuración tiene especial relevancia dentro del proceso productivo. En ellas se decanta la arcilla por levigación en cubetas que permiten eliminar la mayor parte de la fracción gruesa presente en el sedimento, incrementándose así la plasticidad de la pasta. Si la decantación es muy intensa se obtiene engobe, un sedimento de granulometría muy fina. Procesos como la decantación de la arcilla pueden ser muy difíciles de detectar, incluso utilizando métodos ópticos como el microscopio petrográfico (Echalier 1984: 12; Cooper 2002: 13, 202; Tite *et al.* 1982; Gibson y Woods 1990: 33; Soltman 2001; Banning 2005: 167).

Ya se ha señalado la utilización, en la fabricación de la mayor parte de cerámicas de *Puig de Sa Morisca*, *Son Ferrer* y *Closos de Can Gaià*, de arcillas muy finas (Fig. 223a y b) y plásticas que, por regla general, no requieren de un proceso de decantación intenso para poder ser utilizadas en la producción cerámica, simplemente demandan de un proceso de homogeneización. El proceso de levigado de la arcilla suele realizarse en cerámicas que van a modelarse mediante torno rápido, ya que la fuerza centrífuga que se utiliza en este tipo de modelado, si la arcilla posee desgrasantes en abundancia, especialmente si éstos son gruesos y angulosos, puede dañar las manos del alfarero, su principal herramienta de trabajo.

Dentro del registro analizado el único grupo de piezas que podrían presentar indicios de este tipo de tratamientos de la arcilla son aquellas que tienen una textura muy fina y se asocian al Grupo Textural C1 y C2 (Fig. 222b). Las piezas de este grupo tienen un diámetro de grano predominante inferior a los 0.3 mm, es decir, con pocas arenas finas y una cantidad inferior a 3% de desgrasante mineral. Sin embargo, no podemos asegurar con total certeza la depuración de estas pastas en cubetas de decantación puesto que hay arcillas en el entorno muy plásticas y con este tipo de texturas, donde predominan arenas finas y limos. Por otro lado, no hay restos arqueológicos de infraestructuras que puedan certificar este tipo de actividades en las áreas excavadas hasta el momento en los yacimientos estudiados. En definitiva, no existen por el momento evidencias sólidas de la utilización de esta técnica en el registro analizado.

En nuestro caso, como se verá a continuación, la opción más utilizada para preparar las pastas de las cerámicas a mano consistió en añadir desgrasantes a la arcilla en lugar de retirarlos. Sin embargo, sí se puede contemplar que una acción de depurado más o menos superficial de la arcilla se habría realizado de modo habitual entre los alfareros, de modo que, normalmente, las inclusiones superiores a los 1-2 cm se habrían retirado a mano antes de preparar la pasta. Éstas habrían resultado excesivamente nocivas en la pasta, permitiendo la propagación de fracturas de un margen de la pared de la vasija al otro. De todos modos, documentamos algunas pocas piezas (SM-386, SM-475, SM-625, TSB-9/80, CLG-2755, TSF-467) que han presentado, en el examen óptico con binocular, algún fragmento aislado de roca de este tamaño que podría haber quedado accidentalmente en la pasta tras pasar desapercibido en el proceso de depurado o que bien pudo introducirse durante la fase de amasado de la pasta (Fig. 222a).

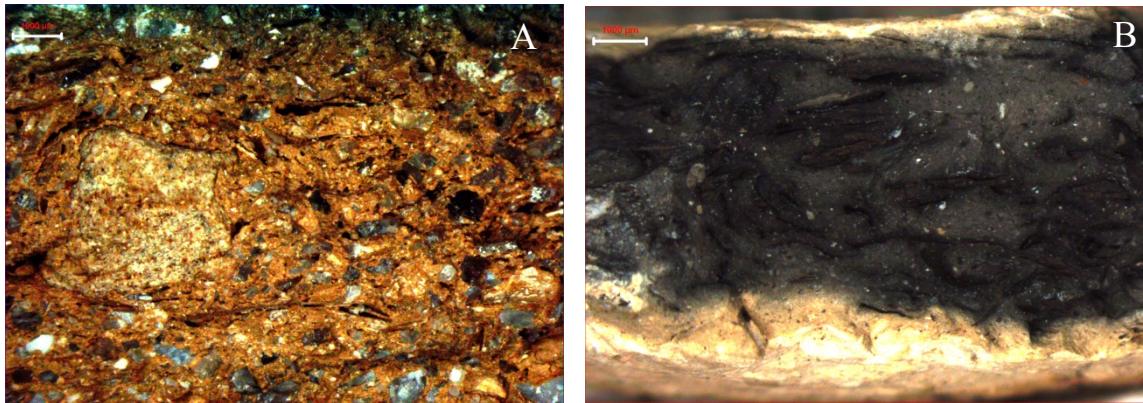


Figura 222. Microfotografía con binocular de A) pieza SM-386 con un fragmento de roca de varios milímetros. B) Pieza TSF-1048 mostrando una textura muy fina ligada, tal vez, a un proceso de decantación.

Por otro lado, en lo que se refiere a la preparación de las materias primas se han podido identificar pastas¹³¹, esencialmente postalayóticas del *Turó de les Abelles* y el turriforme escalonado de *Son Ferrer*, donde la arcilla (Fig. 223c) y los desgrasantes vegetales o minerales se presentan distribuidos de forma heterogénea en la matriz. Este tipo de rasgos se relaciona, por un lado, con defectos de amasado y de preparación del barro en el paso previo a la mezcla con desgrasantes, y por otro, con fallos en la mezcla del mismo y los desgrasantes. Este hecho denota, primero, la utilización de arcillas poco homogéneas, y segundo, una escasa inversión de esfuerzo en la preparación del barro y la pasta mostrando escaso interés por homogeneizarla. En estas pizas la pasta presenta importantes zonaciones, áreas de la matriz donde se concentran altas cantidades de la materia vegetal o del desgrasante mineral presente en la pasta lo que provoca un cuerpo cerámico poco homogéneo que presentará comportamientos diferenciales en función de su composición desigual en la sección de la matriz. Algunos autores señalan que este tipo de rasgos de los productos pueden estar relacionados con un perfil poco especializado del alfarero, donde éste no está muy familiarizado con las materias que utiliza o dedica muy poco esfuerzo en homogeneizar la arcilla extraída y la pasta preparada (Ortega *et al.* 2005; Budden 2009).

¹³¹ CLG-2755, SM-181, SM-362, SM-394, SM-416, SM-471, SM-625, SM-642, SM-659, SM-663, TSB-1/295, TSB-1/297, TSB-1/299, TSB-1/300, TSB-1/303, TSB-2/40, TSB-2/41, TSB-2/42, TSB-5/19, TSB-5/20, TSB-6/65, TSB-6/72, TSB-6/80, TSB-6/81, TSB-6/82, TSB-6/87, TSB-7/10, TSB-7/32, TSB-7/159, TSB-8/32, TSB-8/34, TSB-8/65, TSB-9/14, TSB-9/81, TSB-9/84, TSB-9/90, TSB-9/91, TSB-17/25, TSB-17/29, TSF-8, TSF-11, TSF-10, TSF-56, TSF-1078, TSF-1048, TSF-236, TSF-464, TSF-240, TSF-353, TSF-239, TSF-234, TSF-326, TSF-467, TSF-229, TSF-317, TSF-235.

Este tipo de pastas contrastan con otras¹³² que se presentan muy bien trabajadas y amasadas, constatándose una distribución muy homogénea de los desgrasantes (Fig. 223d), tanto los de origen mineral como los de naturaleza vegetal. Esta menor heterogeneidad puede deberse a que, probablemente, se utilizó una materia prima muy fina y homogénea de partida y a que, en estos casos, se realizó un mayor esfuerzo para triturar las arcillas, mezclarlas con los desgrasantes, compactar bien las pastas y dotarlas de homogeneidad eliminando la mayor parte de bolsas de aire presentes en la matriz y distribuyendo bien los desgrasantes por la misma.

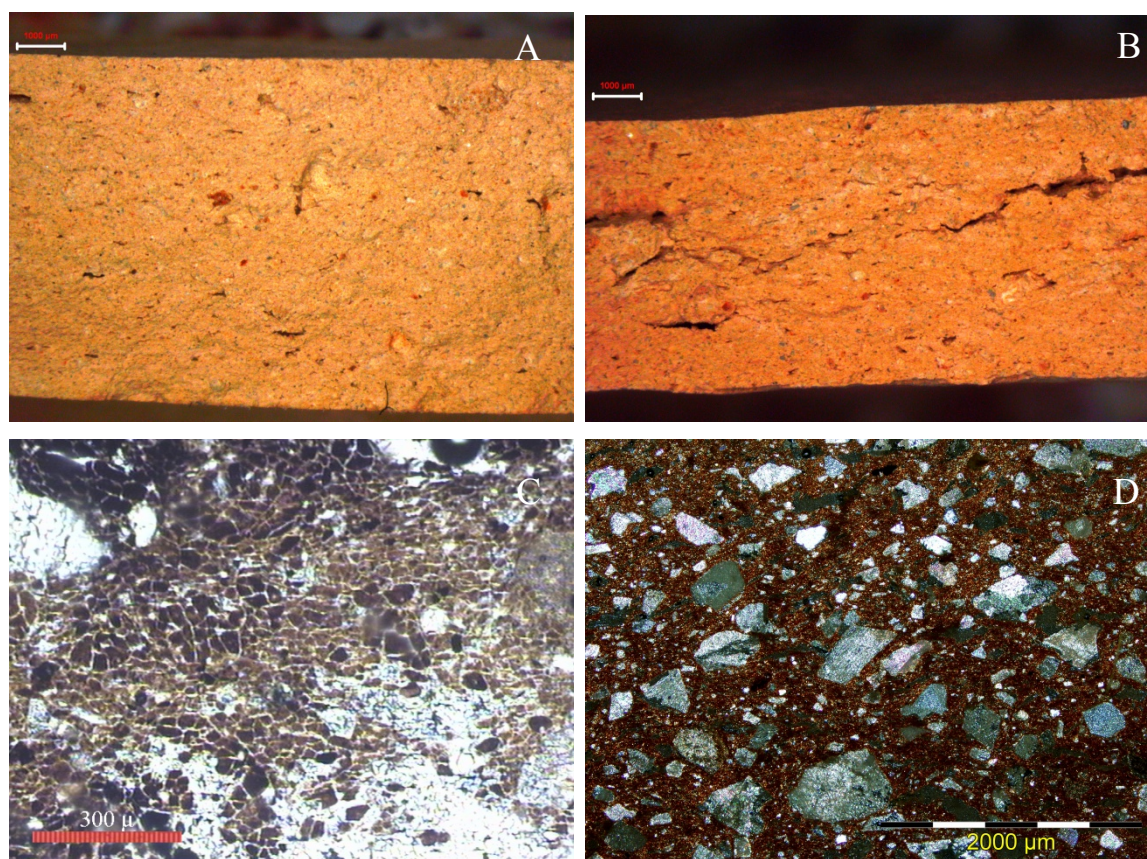


Figura 223. A y B) Microfotografías con binocular mostrando plaquetas cocidas a 705°C de las arcillas del Cretácico (A) y del Paleógeno de *Santa Ponça* (B) preparadas sin levigación y mostrando una pasta muy fina y homogénea. C) Microfotografía en lámina delgada de la pieza TSB-9/81 mostrando una arcilla poco homogeneizada (PPL) y D) microfotografía en lámina delgada de la pieza SM-468 mostrando una pasta bien preparada muy compacta, homogénea y sin bolsas de aire (XPL).

¹³²CLG-149, CLG-154, CLG-160, CLG-204, CLG-205, CLG-219, CLG-280, CLG-1233, CLG-1594, CLG-2430, CLG-2664, SM-103, SM-138, SM-140, SM-180, SM-198, SM-238, SM-280, SM-284, SM-293, SM-325, SM-386, SM-426, SM-468, SM-470, SM-472, SM-473, SM-475, SM-484, SM-495, SM-627, SM-634, SM-660, SM-661, SM-665, SM-683, SM-689, SM-697, SM-705, SM-708, SM-796, SM.823, SM-834, SM-837, SM-970, SM-971, SM-1125, SM-3, SM-1351, TSB-1/294, TSB-1/296, TSB-6/66, TSB-6/73, TSB-6/79, TSB-7/33, TSB-9/80, TSB-17/23, TSF-1100, TSF-59, TSF-408, TSF-237, TSF-264, TSF-231, TSF-238, TSF-252, TSF-352, TSF-360, TSF-1090, TSF-1082, TSF-1087, TSF-1113, TSF-1117, TSF-1104, TSF-57, TSF-58, TSF-208.

18.1.2. Material de construcción.

En el caso del material de construcción, podemos asegurar, como sucede en otras sociedades¹³³, que éste no era cribado ni decantado, sino que, salvo en *Closos de Can Gaià* donde se desgrasaba, se utilizaba tal y como se extraía de la veta. En este tipo de pastas tan solo se puede contemplar la limpieza superficial de fragmentos vegetales y de rocas macroscópicamente identificables de gran tamaño, probablemente de varios centímetros.

Ya se ha señalado que la textura que han mostrado los adobes y el material de cubierta del *Puig de Sa Morisca* resulta muy parecida a la observada en las arcillas margosas del Holoceno de la albufera de *Santa Ponça*, las más gruesas del entorno y en las que abundan arenas y algunas gravas. Esta composición, ideal para la fabricación de material de construcción, explica que estas pastas no hayan recibido ningún tratamiento que altere la composición y la textura de los materiales. Una decantación de estos sedimentos habría resultado perjudicial al incrementar esta acción la plasticidad de la materia prima. Por otro lado, el material de cubierta de *Closos de Can Gaià* realizado con *terra rossa* habría resultado ya muy fino de partida, por lo que no hay indicios tampoco de actividades de depurado. A diferencia del material de construcción del resto de asentamientos el barro empleado en este yacimiento resulta excesivamente fino y plástico para ejercer de material de cubierta y, probablemente por ello, se optó por la acción contraria, añadir desgrasantes a la pasta.

La ausencia de indicios de limpieza o depuración de la arcilla en este tipo de artefactos resulta lógica si consideramos que este tipo de materiales requieren para ejercer su función, al contrario de lo que sucede con las cerámicas, de un sedimento escasamente plástico. Además, al no utilizarse como contenedor y no ser sometido a procesos de cocción, la presencia de fragmentos de roca y otras sustancias no habría resultado perjudicial para el proceso de fabricación de estos artefactos ni tampoco para ejercer su función.

¹³³ Por ejemplo en la producción actual de adobes en Cahuachi (Perú), como señalan Vaughn y Neff (2004) “...this sediment is processed into adobe by simply adding water to the extracted dirt in the river bottom itself. This is done without significant mixing, levigation, or the addition of non-plastics.”

Por tanto, en el material de construcción sería contraproducente realizar tareas de levigado o de depuración intensa, además de incrementar enormemente el tiempo de trabajo, dada la gran cantidad de material que se procesa, habría aumentado peligrosamente la plasticidad del material. Ello habría comprometido su efectividad como material estable impermeabilizante y con ello la seguridad de los individuos que habitaban en las estructuras.

Finalmente, resulta común que los adobes presenten restos de inclusiones vegetales y animales (Sánchez García 1999), de este modo el adobe TSB-4/66, procedente del *Turó de les Abelles*, reveló, durante su preparación para análisis, la presencia en su interior de un gasterópodo de unos 20 mm de diámetro y fragmentos aislados de materia orgánica de gran tamaño. Ello supone un indicio de que, efectivamente, el sedimento no fue depurado y se utilizó directamente tal y como se obtuvo de la veta. Probablemente, la materia prima se encontraba en un medio relativamente acuoso o húmedo, característico del entorno del asentamiento, y se iba colocando en el molde a medida que se extraía de la veta. Gasterópodos de este tamaño también se han podido constatar en las arcillas del Holoceno citadas anteriormente así como en el propio yacimiento del *Turó de les Abelles* (Camps y Vallespir 1998).

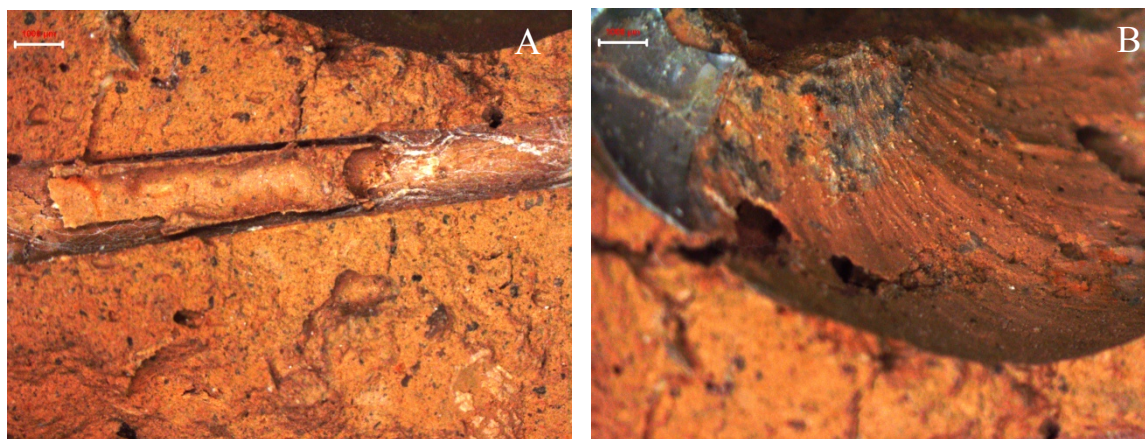


Figura 224. Microfotografía con binocular de A) materia orgánica y B) negativo de un gasterópodo en el adobe TSB-4/66.

Este tipo de materiales arcillosos, característicos de determinadas soluciones arquitectónicas, son, por tanto, de rápida obtención y preparación, representando además de fácil aplicación. La materia prima se puede obtener y preparar cerca de las estructuras arquitectónicas con escaso esfuerzo y, dada la escasa necesidad de manipulación, estas acciones podrían realizarlas individuos que requerirían de un perfil poco especializado. Sin embargo, el uso de este tipo de materiales, donde se combina el uso de materia vegetal y barro en la construcción de estructuras, se caracteriza por poseer una escasa resistencia mecánica y una capacidad limitada para aislar del exterior, lo que unido a la posibilidad de incendios, al establecimiento de parásitos y al proceso de podrido de la madera por la humedad determina una alta necesidad de mantenimiento y reemplazo. Los agentes atmosféricos también afectan enormemente a este tipo de construcciones por lo que periódicamente se debe rehacer la cubierta de barro impermeabilizante así como el entramado vegetal que la sustenta (Sánchez García 1999).

18.2. Adición de desgrasantes.

La mayor parte de las arcillas que son plásticas y aptas para la producción de cerámica suelen ser muy finas, de modo que resulta necesario desgrasarlas con otras materias no plásticas con el objetivo de poder utilizarlas. Esta acción condiciona en gran parte el producto final y altera las cualidades de la arcilla original, favoreciendo la obtención de una pasta más consistente y reduciendo la cantidad de agua necesaria para su hidratación. Esta opción exige una gran interacción del alfarero con los recursos de que dispone, arcilla y desgrasantes, dentro del proceso de creación de la pasta y del conjunto de la producción. En este sentido, no existe un método universal para desgrasar las pastas cerámicas. Por un lado, cada desgrasante tiene una serie de ventajas e inconvenientes técnicos, por otro, las arcillas no son todas iguales entre sí, de modo que diferentes arcillas pueden requerir de distintas estrategias al desgrasarse (Williams 1982; Djordjevic 2003; Riederer 2004; Banning 2005: 164-167). Como señala Drake (1972: 26) desde la alfarería “...no es cuestión de imponerle (a la arcilla) nuestra voluntad, sino, por el contrario, de someternos a su disciplina. Descubrir sus fuerzas y debilidades. Hay que tratar de no tener preconceptos sobre cómo debería comportarse el material y adoptar, en cambio, una postura receptiva e interrogante, abierta hacia la exploración de las necesidades reales de la arcilla, de modo de llegar a establecer una relación personal con ella. Un manejo correcto además de un buen conocimiento, da el resultado ideal”.

Los desgrasantes son materias que se añaden y mezclan con la arcilla para mejorar sus cualidades durante el modelado, el secado y la cocción así como durante el uso y el mantenimiento de las piezas. Se han utilizado y utilizan en la producción cerámica múltiples desgrasantes dependiendo, en cierta medida, de la disponibilidad existente en el entorno, la distancia de los materiales disponibles y de su accesibilidad. En algunas producciones cerámicas resulta común incluso la adición de más de un desgrasante a la pasta (Riley 1982; Russell 1982; Williams 1982; Livingstone-Smith 2000; Tsantini 2007).

Existen múltiples sociedades, tanto desaparecidas como actuales, que añaden desde minerales como cuarzo o calcita hasta otras materias de origen biótico como conchas, materia vegetal, hueso, pelo o cenizas. Algunos arqueólogos han contemplado incluso, en base a la etnografía, el uso de otras sustancias orgánicas como sangre, leche y otros líquidos¹³⁴. Algunas comunidades de alfareros tienen además recetas para preparar la pasta con proporciones de arcilla y desgrasantes bien estipuladas¹³⁵, aunque en la práctica, estas normas no se suelen cumplir a raja tabla.

Normalmente, la constatación de la adición de determinados minerales a la pasta cerámica se establece a partir del estudio de la angulosidad de los distintos componentes. Unos granos angulosos con aristas pronunciadas pueden sugerir la adición de desgrasante, mientras, otros redondeados pueden ser indicio de su presencia de forma natural en la arcilla. Si bien este procedimiento resulta de gran utilidad, no resulta aconsejable establecer relaciones directas en base al grado de esfericidad de los granos, en cada caso deberá considerarse el tipo de componente susceptible de haber sido añadido así como sus características de formación y los hábitos que puede presentar en estado natural. De este modo, algunas veces, los alfareros eligen arenas procedentes de cursos de agua o playas como desgrasante para arcillas muy plásticas donde las inclusiones están muy redondeadas por la acción erosiva del viento y del agua dando lugar a confusiones respecto del origen de los componentes presentes en la pasta. Éstos pueden interpretarse como inclusiones naturales en lugar de cómo desgrasante añadido intencionalmente.

¹³⁴ Existen referencias al uso de este tipo de desgrasantes poco comunes en Egipto (Matson 1989). Para el uso de desgrasantes orgánicos ver Vidal (2008c).

¹³⁵ Según Banning (2005: 167) las proporciones suelen estipularse en base a medidas de volumen. Este aspecto está confirmado por estudios etnográficos realizados en la tribu Bantu (Sudáfrica), que documentan como cuando los alfareros añaden desgrasantes estipulan la cantidad en base a puñados que posteriormente serán mezclados intensamente (Krause 1984). También los alfareros de San Nicolás (Filipinas) usan recetas, las arenas se añaden a la arcilla en una proporción 1/3 (Longacre 1999). Lo mismo sucede con las proporciones de materiales de distintas comunidades alfareras de la zona de Ancash en Perú (Druc 1996).

A pesar de estas limitaciones, resulta crucial determinar la angulosidad, la cantidad y el tamaño de los distintos tipos de minerales y rocas presentes en las pastas para después realizar una valoración, dependiendo de su naturaleza, de la posible adición intencionada de algunos componentes a las pastas. Normalmente, aquellas pastas que presenten altas cantidades de determinados minerales de un tamaño de grano grueso y con una morfología angulosa serán las que más probabilidades tengan de presentar desgrasantes añadidos. En todo caso, este tipo de categorización, en la que se divide el registro en función de su textura, resulta también de utilidad en términos de propiedades técnicas y físicas del material obtenido, incluso si no se puede establecer el origen antrópico o natural de los anti-plásticos. Estas variables texturales y mineralógicas referidas al tipo, la cantidad y el tamaño de las partículas afectan a las características y las cualidades del producto final por lo que en todo caso permitirá agrupar materiales con unas cualidades parecidas (Williams 1982; Gibson y Woods 1990: 31; Orton *et al.* 1993; Hoard *et al.* 1995; Riederer 2004; Banning 2005: 167).

Ya se ha comentado la utilización preferente de depósitos arcillosos sedimentarios de naturaleza illítica y textura fina, ello denota que, en muchos casos, los alfareros habrían preferido diseñar una estrategia donde, en lugar de utilizar de arcillas con más inclusiones de partida, se opta por añadir los anti-plásticos directamente a la pasta.

A continuación, se van a explicitar los distintos materiales de los que se ha podido constatar podrían haber sido utilizados para desgrasar las arcillas de las cerámicas estudiadas. En el caso del registro analizado, al igual que sucede en otras partes de las Islas Baleares¹³⁶ y en muchas otras sociedades prehistóricas¹³⁷, la calcita y la materia orgánica constituyen los desgrasantes con un uso más generalizado y los mejor constatados en las pastas. Sin embargo, se han podido documentar otras soluciones de carácter más marginal que también aportan información relevante acerca de las elecciones tecnológicas adoptadas, de las posibilidades existentes para esta fase y de la gestión de los recursos disponibles.

¹³⁶ Consultar bibliografía (Waldren 1991; Gómez Gras y Risch 1999; Orellana *et al.* 2000; Risch y Gómez Gras 2003; Cau 2004; Palomar 2005 Andreu *et al.* 2007; García i Orellana 1998: 55; Albero 2007; Lull *et al.* 2008; Palomar 2009).

¹³⁷ Consultar bibliografía (Echalier 1984: 13; Spataro 2002; Sestier 2005; Arnold 2000; Clop 2007; Barley 1994: 23).

La utilización de los desgrasantes constatados resulta altamente viable en arcillas como las utilizadas, que pueden resultar, dada su elevada concentración de minerales de la arcilla y su carácter muy fino, excesivamente plásticas y con una gran capacidad de absorción de agua. En estas arcillas, la adición de desgrasante habría favorecido el modelado de las piezas, disminuyendo además el estrés que sufren éstas durante la fase de secado y en cocciones rápidas a bajas temperaturas (Orton *et al.* 1993: 136).

18.2.1. Calcita cristalina.

Inclusiones calcáreas compuestas de carbonato cálcico como caliza o conchas están, a menudo, presentes de forma natural en la arcilla, pero también pueden ser añadidas intencionalmente a la pasta por los alfareros. La calcita constituye el principal constituyente de las calizas y resulta un mineral muy abundante en arcillas y formaciones sedimentarias de origen calcáreo, siendo un desgrasante habitual en lugares donde abundan este tipo de rocas. De este modo, suele ser común hallar múltiples variedades de este mineral en cerámicas arqueológicas en forma de partículas aisladas de origen natural, como fragmentos de calizas, conchas o microfósiles. Su presencia en grandes cantidades en la pasta provoca un importante incremento de la cantidad de calcio y calcita presentes en los análisis químicos y mineralógicos (Gibson y Woods 1990: 112-113, 118; Bollong *et al.* 1993; Mackenzie y Adams 1994: 62; Hoard *et al.* 1995; Riederer 2004; Ortega *et al.* 2005; Potter *et al.* 2005: 170; Shoval *et al.* 2006; Livingstone-Smith 2007: 17; Yankowsky 2008; Bezeczky y Mange 2009).

En nuestro caso, se ha podido documentar que en la amplia mayoría del registro analizado (60%, $n = 162$), independientemente del tipo de arcilla utilizada, se añade un tipo de calcita muy singular, calcita cristalina. La presencia de este desgrasante ha podido atestigüarse tanto mediante examen petrográfico como a partir de la conjunción de los datos obtenidos mediante DRX y/o FRX, así como en base a la observación óptica con binocular del aspecto de la pasta y al principio de abundancia. La adición de este mineral es clara puesto que no se documentan niveles tan altos de CaO en las arcillas en estado natural (García Orellana *et al.* 2001: 65). La calcita detectada se caracteriza por tener un hábito muy cristalino que, cuando no está alterada, presenta cristales translúcidos, espáticos y monocristalinos de morfología prismática y romboidal. Estos cristales se caracterizan por ser eudrales, presentar una gran angulosidad y planos definidos, lo que es poco común en estado natural (Kerr 1959: 159; Harvey y Blatt 1982; Larrea *et al.* 1999).

De esta forma se puede afirmar que, en base al carácter cristalino, la alta cantidad de mineral presente y la morfología angulosa y romboidal de los granos (Fig. 225a), en muchas muestras este desgrasante habría sido machacado y añadido intencionalmente a la pasta en proporciones muy variables. En algunas cerámicas se añadió hasta un 40% de este mineral, mientras en otras esta acción se hizo de forma testimonial (<10%), aunque lo más habitual es encontrar piezas que tienen entre 20-30% de este mineral. La adición diferencial de las concentraciones de este mineral en las pastas tiene consecuencias directas en el grado de variabilidad observado en el registro cerámico, dando lugar a grupos de materiales particulares. Como se ha observado, esta acción altera la composición original de las materias primas, manifestándose ello tanto a nivel químico como mineralógico, petrológico o textural. La adición de cantidades abundantes de este material comporta entonces la creación de una fábrica con características físico-químicas singulares.

Este tipo de calcita muy cristalina suele ser habitual en el entorno geomorfológico de la isla y suele estar presente, junto con otros minerales, en espeleotemas, estalactitas y estalagmitas, o también cristalizando en las fracturas de formaciones rocosas calizas¹³⁸ (Risch y Gómez Gras 2003; Shoal *et al.* 2006; Muntoni *et al.* 2009). Este último tipo de formaciones, normalmente de edad jurásica, están presentes en el entorno inmediato de los yacimientos estudiados y en su área de captación de recursos más cercana. En el caso de *Santa Ponça* hay que remarcar la cercanía de *Ses Rotes Velles*, *Puig de Saragossa*, *Puig de Sa Celleta* y el propio *Puig de Sa Morisca*. En el caso de Porto Colom cabe destacar las formaciones de *Serra Llonga*, *Puig Ferrer* y *Puig de Mamelles*.

Ante la ausencia de cavidades kársticas importantes en la zona de *Santa Ponça*, en las que se constatan estalactitas y estalagmitas en abundancia, se procedió a prospectar la zona adyacente al asentamiento de *Puig de Sa Morisca* en busca de la existencia de calcita de fractura. El poblado del *Puig de Sa Morisca* se sitúa en un pequeño macizo del Jurásico formado por margas y calizas con sílex (ITGE 1991), en cuyas proximidades pudieron recogerse abundantes rocas formadas por cristales blancos o translúcidos (Fig. 226b y 227).

¹³⁸ Denominamos a este último tipo de calcita monocristalina como calcita de fractura, ya que la calcita cristaliza mediante un proceso de diagénesis, posterior a la formación de la roca, que rellena las fracturas que se han formado en la misma por procesos de meteorización y erosión con minerales que proceden de la propia disolución de la roca, en este caso de la roca calcárea (Fig. 226a). Aunque los cristales de calcita obtenidos por este proceso suelen ser incoloros o blancos translúcidos, pueden adquirir una coloración diversa debido a procesos de contaminación.

Para asegurar la presencia mayoritaria de calcita en las rocas recogidas, varias muestras recogidas fueron sometidas a un análisis mineralógico con DRX. El análisis se realizó utilizando muestra total, previamente molida en un mortero y pulverizada mecánicamente. Los análisis proporcionaron unas reflexiones muy intensas asociadas a la presencia mayoritaria, casi exclusiva, de calcita a 3.03 Å (Fig. 228). En algunos difractogramas se constataron también trazas de cuarzo (3.34 Å) y dolomita (2.88 Å).

Ya se ha señalado una estrecha asociación entre formaciones rocosas calcáreas y calcita de fractura, en este sentido, resulta interesante resaltar que, probablemente, las poblaciones prehistóricas de la isla estuvieron muy familiarizadas con este tipo de formaciones geológicas y con los distintos materiales que podían obtenerse de las mismas. Las materias primas utilizadas en la construcción de estructuras arquitectónicas se asocian preferentemente con rocas calcáreas situadas en el entorno inmediato de los asentamientos. Estas rocas se extraen en canteras a cielo abierto que, como se ha observado en *Son Fornés* (Gasull *et al.* 1984) o en *Alemanya* (Calvo *et al.* 2006; García Amengual 2006 y 2010), están localizadas muy cerca de este tipo de formaciones. La explotación más o menos continuada de estas canteras permite pensar que los pobladores pudieron percibir, conocer e identificar la diversidad mineralógica de estos afloramientos y, por tanto, profundizar en las posibilidades de los distintos recursos minerales disponibles en su territorio.

Como puede observarse en difractogramas de rayos X, pequeñas trazas de otros minerales pueden estar también presentes en distintas cantidades junto con la calcita cristalina seleccionada para utilizarse como desgrasante. Cuando la roca se machaca, estos minerales se introducen, dependiendo la cantidad del tipo de roca, también en la pasta, aunque mostrando hábitos diferenciales respecto a los observados en estado natural. Este tipo de conductas explican la presencia muy marginal y aislada de algunos granos de cuarzo policristalinos de morfología subangular que poco tienen que ver con el cuarzo monocristalino redondeado que se observa de forma preferente en la matriz de la mayoría de piezas que incorporan altas cantidades de calcita cristalina.

Por otro lado, la calcita cristalina, al originarse en macizos calizos rocosos, puede presentar también restos de rocas calizas (Fig. 225b). La inclusión de fragmentos aislados y redondeados de rocas calizas formadas de calcita micrita puede relacionarse con que éstos estaban presentes de forma marginal ya en la roca de calcita de fractura machacada y añadida. A esta misma interpretación apuntan Gómez Gras y Risch (2003) para explicar la presencia de este tipo de inclusiones en algunas pastas cerámicas de *Son Ferragut*.

El tamaño máximo de los granos de caliza observados en las pastas se relaciona muy bien con el de los granos de calcita cristalina. Esta correlación podría constituir una evidencia de que ambos minerales han sufrido procesos de transformación semejantes. Probablemente el mismo tamaño esté ligado al machacado de una misma roca, acción que ha favorecido la homogeneización del tamaño de los materiales presentes en la misma.

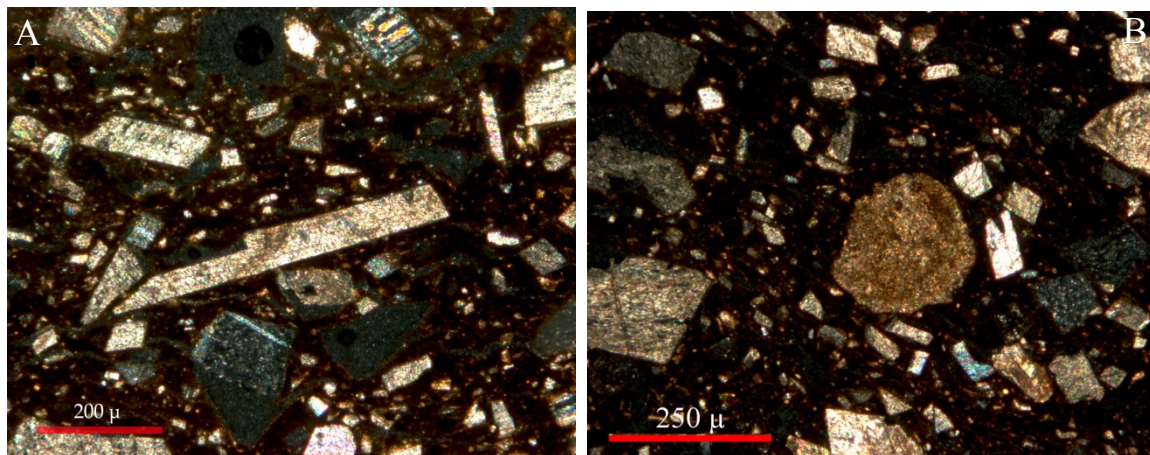


Figura 225. Microfotografías de láminas delgadas con nicoles cruzados de la pieza SM-1351. A) Pasta con abundantes monocristales angulosos, prismáticos y romboidales de calcita cristalina y B) un fragmento aislado de roca caliza del mismo rango de tamaño que los cristales de calcita de fractura.

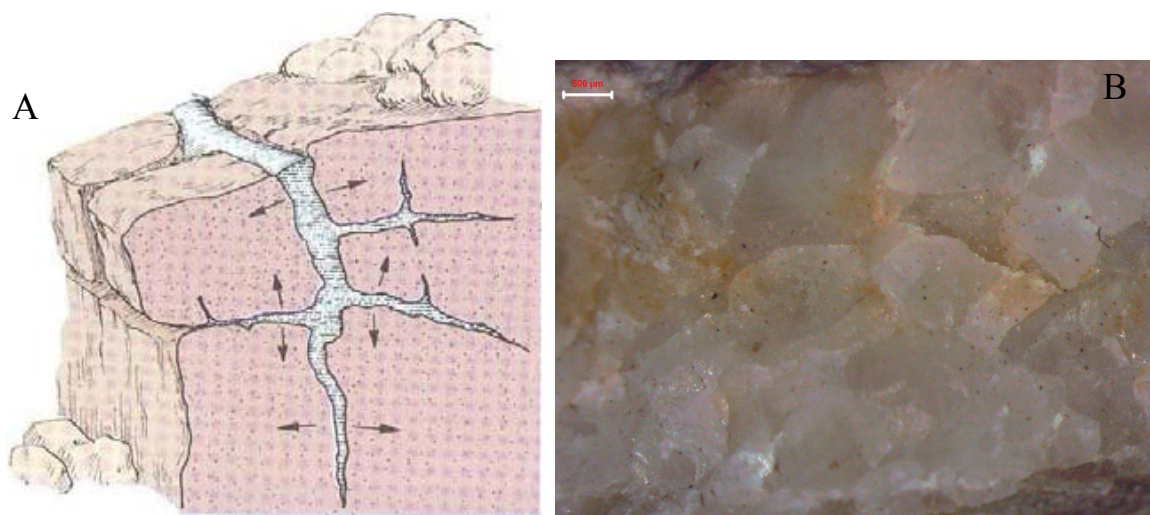


Figura 226. A) Ilustración del proceso de formación de la calcita de fractura. B) Microfotografía con binocular (escala = 0.5 mm) de cristales de calcita de fractura recogida en el entorno del *Puig de Sa Morisca*.



Figura 227. Fotografías de distintas muestras de calcita de fractura recogidas en las prospecciones realizadas en el entorno del *Puig de Sa Morisca*.

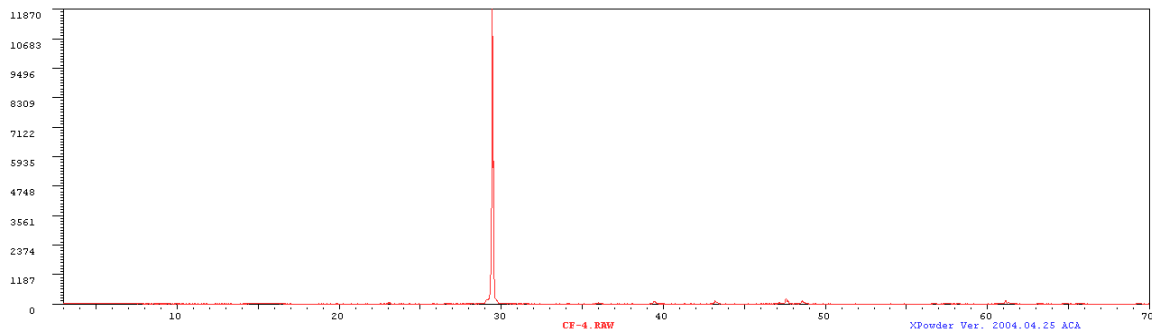


Figura 228. Diagrama de rayos X (muestra total) de una muestra de calcita de fractura recogida en el *Puig de Sa Morisca* mostrando únicamente un pico muy intenso de calcita a 3.03 Å.

El tamaño y la ordenación de los granos de calcita cristalina de fractura informan del grado de actividad y de homogeneización que se ha realizado al machacar la roca en cada muestra. Hay que señalar que la calcita de fractura es un mineral blando, con una dureza de grado tres en la escala de Mohs, que presenta unos planos de exfoliación muy marcados. Probablemente, dentro de los minerales y rocas presentes en el entorno, la calcita cristalina sea uno de los más fáciles de exfoliar, por lo que se puede sugerir la necesidad de índices de actividad bajos para esta acción en comparación con los necesarios para machacar otras rocas como calizas, areniscas o calcarenitas. Los cristales de calcita cristalina observados presentan, por lo general, una ordenación seriada y un tamaño principal que suele situarse por debajo de 1.5 mm, lo que resulta indicativo de que la roca está bien machacada. Sólo en algunos casos, como en las piezas SM-468, SM-1351, SM-796, CLG-2664, se han observado algunos grandes fragmentos de roca, que pueden ser policristalinas, de calcita cristalina que deben asociarse con un proceso de machacado menos intenso (Fig. 230).

Por otro lado, existen diferencias en el tamaño y la cantidad del desgrasante añadido, la mayoría de las piezas con calcita cristalina, como las del Petrogrupo 1, muestran una textura preferentemente media-gruesa (800-1200 μm) y con abundante cantidad de desgrasante, por tanto, tienen tendencia a presentar texturas tipo GT-A y GT-D. Estas pastas contrastan con otras cerámicas, especialmente las muestras del *Turó de les Abelles*, que suelen presentar escasas cantidades de este mineral siendo, además, los granos de un tamaño inferior al señalado y predominando texturas tipo GT-B y GT-C. En definitiva, la adición de grandes cantidades de calcita cristalina proporciona una pasta muy consistente, compacta y con una textura muy gruesa que, como se ha comprobado, en este y otros trabajos (Cau 2005; Palomar 2005 y 2009), resulta fácilmente distinguible con lupa binocular.

Finalmente, resulta interesante señalar que la acción de triturar calcita cristalina va a favorecer que los desgrasantes, a partir de su rotura en los planos de exfoliación, presenten una morfología que se caracteriza por el predominio de cristales prismáticos con planos muy bien definidos que suelen tener un gran desarrollo en su eje longitudinal. Esta morfología característica tiene importantes connotaciones tecnológicas que serán comentadas posteriormente. Entre otras, se considera que el desarrollo de cristales romboidales muy angulosos y de morfología agreste resulta más apropiado para que las partículas arcillosas puedan adherirse a los desgrasantes y formar así una pasta más consistente (Gibson y Woods 1990: 28).

Con la finalidad de constatar estadísticamente esta característica agreste y prismática de los granos de calcita cristalina se ha realizado una comparación de la morfología que presentan éstos frente a los de otras piezas, como las del Petrogrupo 3, que muestran desgrasantes formados por granos redondeados, propios de biocalcarenitas. Para ello, se han registrado las variables longitud y anchura del grano¹³⁹, considerando que existe un desarrollo de los cristales prismáticos cuando existe una baja correlación entre estas variables y que los granos son de naturaleza redondeada cuando existe una alta correlación entre ambas (Fig. 229). Los resultados muestran un comportamiento diferencial de la morfología de los granos en estas variables, por un lado, hay una correlación muy alta (r Pearson = 90%) entre la longitud y la anchura de los granos de las piezas SM-181 y SM-140, lo que indicaría de la morfología muy redondeada de las inclusiones. En cambio, las muestras SM-473 y SM-1351, desgrasadas con abundante calcita cristalina, han mostrado una correlación mucho menor (r Pearson = 68%) lo que debe asociarse con una alta presencia de cristales alargados de morfología prismática, siendo el factor que más varianza introduce la longitud de los granos. En este sentido, podemos señalar que el machacado de este tipo de minerales habría proporcionado una morfología característica a las inclusiones que difícilmente puede conseguirse utilizando otros materiales disponibles en el entorno de forma natural.

Por otro lado, las pastas deben hidratarse para poder mezclar los desgrasantes con la arcilla y obtener así una masa relativamente homogénea que permita modelar y fabricar las piezas cerámicas. Se ha podido comprobar experimentalmente (Albero 2010), que la adición de calcita proporciona una pasta con un porcentaje de absorción de agua ligeramente reducido respecto al observado en la arcilla en bruto sin calcita cristalina. A pesar de que las diferencias son mínimas, se puede sugerir que esta reducción se incrementa a medida que aumenta la cantidad de desgrasante añadido. Este hecho debe relacionarse con la reducción en la pasta del porcentaje de minerales de la arcilla, de naturaleza absorbente, que se ve sustituido por calcita cristalina, un mineral que no tiene la cualidad de ser absorbente. En este sentido, la adición de este desgrasante habría minimizado ciertos efectos negativos que tienen ciertas arcillas muy absorbentes así como la cantidad de agua necesaria para hidratar la pasta.

¹³⁹ Se han medido manualmente 50 granos de cada sección de las piezas SM-1351 del Petrogrupo 1, de SM-181 del Petrogrupo 3 así como de SM-140 y SM-473 asociadas a petrofábricas aislada. Los granos contabilizados han sido seleccionados aleatoriamente por todo el campo de visión de la lámina delgada.

En definitiva, se puede asegurar la adición de abundantes cristales romboédricos de calcita a muchas de las pastas estudiadas, esta acción, tiene importantes implicaciones en toda la cadena operativa de fabricación y determina en gran medida el tipo de producto obtenido al final del proceso. Todas las particularidades que aporta a la pasta este desgrasante serán comentadas posteriormente en profundidad en cada una de las respectivas etapas del proceso de fabricación de las que participa.

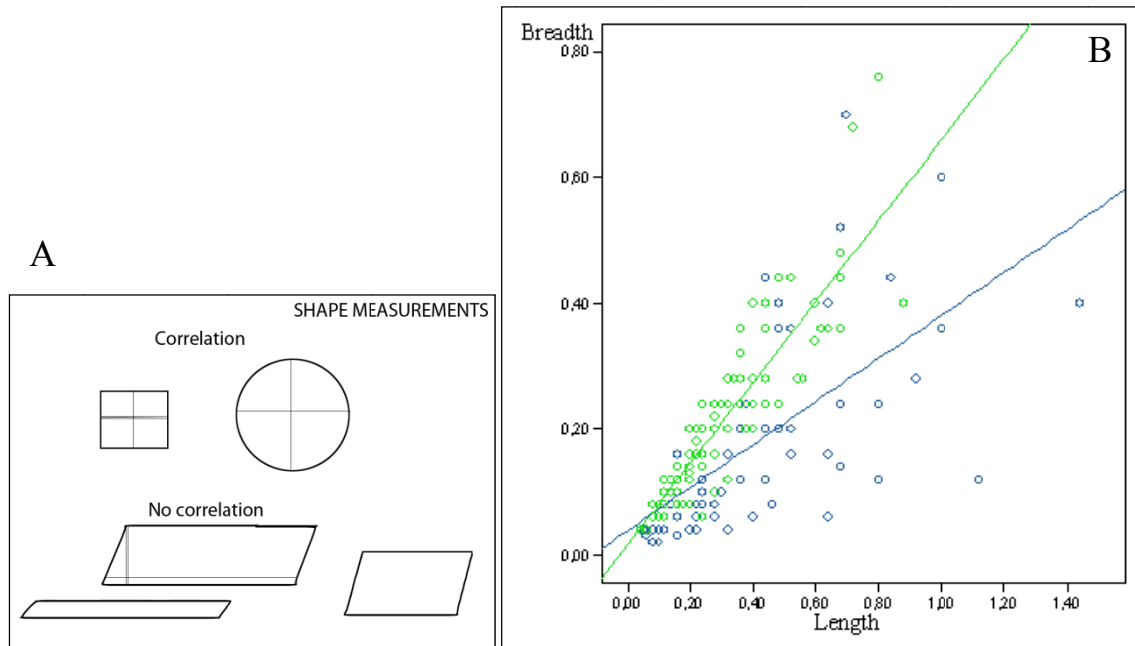


Figura 229. A) Esquema mostrando la correspondencia entre la correlación entre la longitud y la anchura de los granos respecto de distintas morfologías. B) Correlación entre la longitud y la anchura de los granos en petrofábricas con calcita cristalina (en azul muestras SM-473, SM-1351) y en petrofábricas con inclusiones redondeadas (en verde, muestras SM-140 y SM-180).

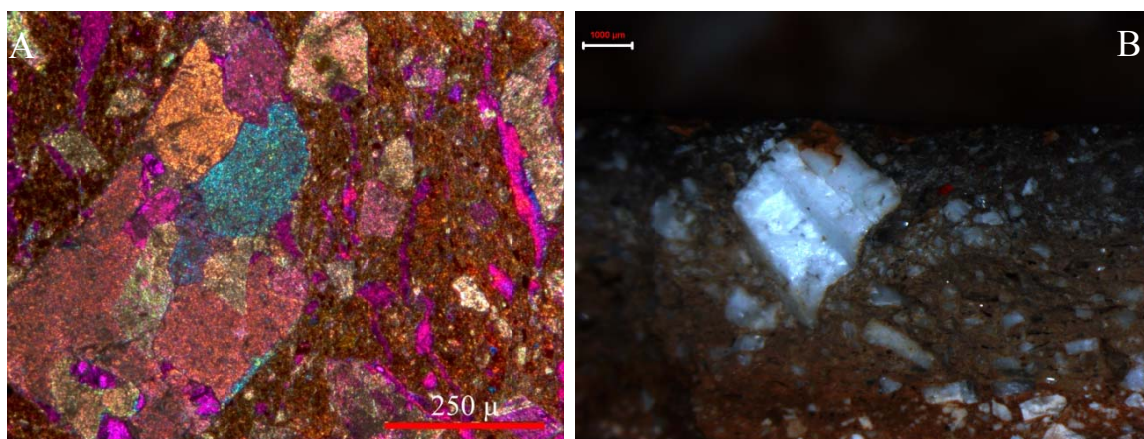


Figura 230. Microfotografías mostrando grandes cristales de calcita cristalina. A) Lámina delgada con nicoles cruzados y filtro mostrando un fragmento policristalino de calcita de fractura (SM-796). B) Grano de calcita cristalina de gran tamaño observado con binocular en la pieza CLG-2664.

18.2.2. Materia orgánica.

Si bien muchas arcillas, particularmente las de origen sedimentario, suelen poseer materia orgánica de forma natural, la presencia en las pastas cerámicas de abundantes poros alargados, a menudo con materia orgánica carbonizada en su interior, constituye un indicio de la adición intencionada de desgrasantes de origen vegetal (Gibson y Woods 1990: 113, 210). En nuestro caso, se han documentado distintos tipos de artefactos que presentan estos rasgos en las matrices, resultando este desgrasante visible tanto macroscópicamente como con binocular y mediante microscopio petrográfico. El examen con estos medios ha permitido constatar la adición de este tipo de materiales en cerámicas arqueológicas pero también en los materiales arcillosos utilizados para impermeabilizar la cubierta constatados en el Navetiforme 1 de *Closos de Can Gaià*.

18.2.2.1. Materia orgánica y pastas cerámicas.

Al igual que sucede en muchas producciones cerámicas¹⁴⁰, uno de los desgrasantes que se ha podido documentar habitualmente en las pastas cerámicas analizadas, independientemente del tipo de arcilla utilizada, es la materia orgánica. Su utilización comporta importantes cambios texturales a la vez que introduce sustanciales singularidades en la pasta que son significativas en términos físico-químicos. El examen de este desgrasante con análisis de imagen, a partir de la medición de las huellas en negativo, ha permitido constatar que muchas de las cerámicas (77.2%, $n = 132$) tienen una cantidad muy variable (1-21%) de materia orgánica. Variabilidad que se corresponde con los resultados de otros estudios sobre pastas desgrasadas con este material en la isla (Palomar 2005 y 2009).

Dentro de las piezas que tienen materia orgánica ($n = 102$), se puede distinguir una cantidad minoritaria de cerámicas (14.7%), que tienen una cantidad inferior al 3%. Dada la escasa cantidad presente hay que considerar que la materia orgánica, en estos casos, tal vez está presente en la arcilla de forma natural.

¹⁴⁰ Se constata la utilización generalizada de desgrasante orgánico en cerámicas del Neolítico Inicial en la zona de Banat (Rumanía), en Anatolia y el Levante así como en Bélgica (Sestier *et al.* 2003) o Hungría (Szákmany y Starnini 2007). En algunos casos éste aparece también mezclado con desgrasante mineral (Spataro 2006) como por ejemplo en Pakistán (Spataro 2004), Sudáfrica (Bollong *et al.* 1993), Níger (Gosselain 2008) y en cerámicas prehispánicas de Chile (Uribe y Ayala 2004). También se constata en cerámicas del I DC de la zona del Mar Rojo y Egipto (Tomber y Cartwright 2009).

Ello explicaría por qué en estas piezas la morfología de las huellas en negativo se muestran singulares, de tamaño muy fino y forma irregular, probablemente se relacionen con diferentes plantas o partes de plantas, como raíces, que presentan rasgos muy dispares respecto a las de aquellas que son de naturaleza añadida sin lugar a dudas.

Por otro lado, se constata que la mayoría de las muestras que presentan materia orgánica (85.3%) tienen cantidades más altas de este desgrasante (3-21%). En estas piezas éstos suelen ser muy abundantes, de mayor tamaño y grosor así como observables tanto en la sección como en la superficie de las vasijas (Fig. 235). Esta cantidad más alta resulta un indicio de que a las piezas se les añadió intencionalmente una cantidad variable de desgrasante orgánico. También, se ha podido constatar la presencia, en la muestra TSF-240, de una huella en negativo de forma esférica que parece relacionarse con una semilla. La materia orgánica identificada en estas vasijas tiene, por lo general, una morfología alargada y un tamaño que no suele superar los 5.5 mm de longitud.

Dentro de las piezas que muestran este desgrasante existe una gran variabilidad ($cv = 0.63$) en sus concentraciones, se pueden observar varias tendencias bien diferenciadas en el histograma realizado en base al porcentaje en volumen de materia vegetal presente en la matriz (Fig. 231). Por un lado, habría un número mayoritario de muestras con una cantidad baja de este desgrasante ($<5\%$), seguido de otro con cantidades medias (5-10%), finalmente, se documenta un grupo de piezas diferenciadas que poseen una cantidad media-alta de este tipo de material ($>10\%$).

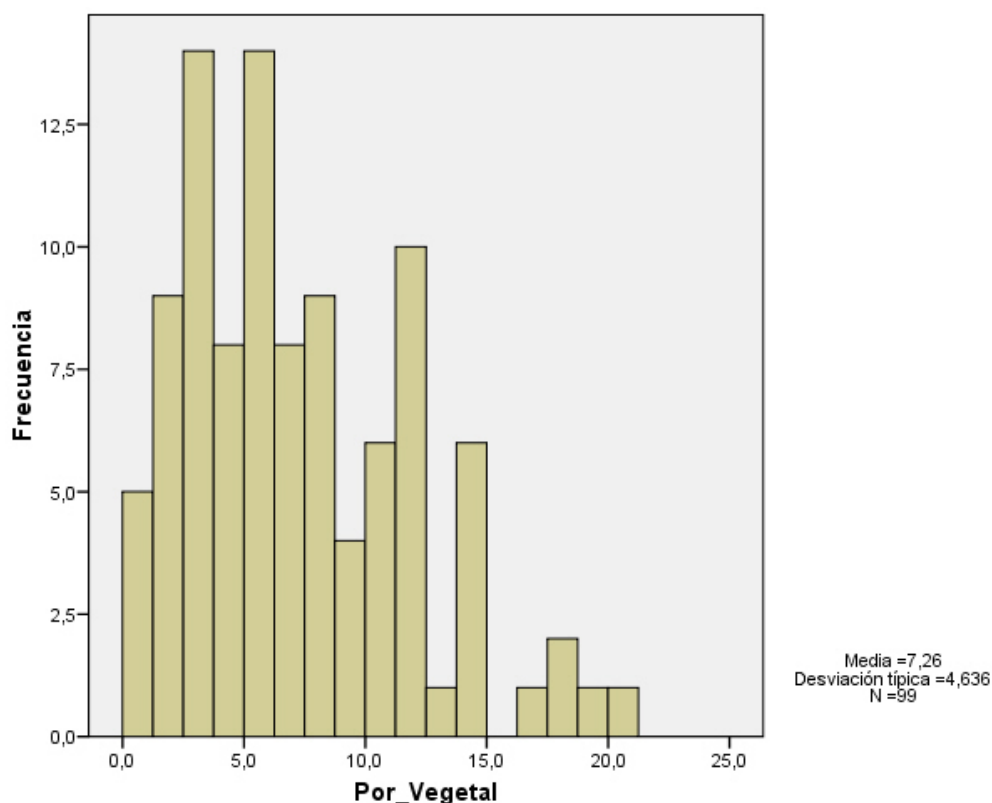


Figura 231. Histograma en función del porcentaje de materia orgánica en volumen presente en las cerámicas analizadas mediante análisis de imagen.

La materia orgánica usada como desgrasante en la producción de cerámica puede dividirse en dos categorías, fina y gruesa (Fig. 232). A diferencia de las inclusiones naturales, muy variables en talla y con forma irregular, los materiales vegetales manipulados suelen tener una talla y una forma menos variable, especialmente si se ha seleccionado alguna parte concreta de la planta. En este sentido, la observación de las improntas vegetales con métodos ópticos indica que, probablemente, no hay preferencia por usar alguna parte concreta de la planta, se habrían seleccionado tanto tallos finos como gruesos aunque sin exceder éstos los 5.5 mm de longitud. Parece ser que estos tallos no han sido procesados según un patrón de conducta determinado, ya que se observan tanto tallos finos como gruesos que pueden ser indistintamente largos y cortos. Ello induce a pensar, ante la ausencia de carbones, que se seleccionaban especies no leñosas o bien partes no leñosas de plantas que eran troceadas de forma conjunta y rápidamente. Probablemente, simplemente se trataba de conseguir que los tallos no fueran excesivamente largos evitando así que éstos atravesaran las paredes de las cerámicas lo que habría aumentado las posibilidades de fracaso durante la producción y el uso de las piezas.

El tipo de materia orgánica que puede utilizarse como desgrasante en las piezas cerámicas puede ser de naturaleza diversa, son habituales desgrasantes como paja, granos o estiércol. Tras la cocción de la cerámica, las huellas en negativo de la materia orgánica mantienen la forma de la fibra original de modo que el análisis de la estructura de los huecos permite, en algunas ocasiones, la identificación de las partes de las plantas utilizadas como hojas, tallos, semillas o raíces. Incluso, en algunos casos, se puede llegar a identificar, a grandes rasgos, el tipo de planta utilizada. Desgraciadamente, la identificación precisa del tipo de planta utilizada resulta difícil de realizar a partir únicamente de las huellas en negativo que quedan en las cerámicas. Se requiere, para tener una mayor seguridad, de la realización de colecciones de referencia experimentales que permitan ajustar las apreciaciones determinadas ópticamente. Este hecho, nos limita a realizar únicamente una primera serie de hipótesis sobre las plantas utilizadas a partir del análisis de las cerámicas que deberán confirmarse en un futuro a partir de un programa experimental que comprenda el estudio en profundidad de la morfología que presentan en las pastas distintas materias vegetales y diferentes partes de plantas (Mainman 1982; Sestier *et al.* 2003; Riederer 2004; Velde 2005; Sestier 2005; Smith y Trinkley 2006; Szákmany y Starnini 2007; Tomber *et al.* 2009).

Los estudios preliminares de identificación paleobotánica de las huellas vegetales en negativo, realizados en colaboración con la Dra. Caroline Cartwright¹⁴¹, sugieren, según la situación de los nudos internos observados (Fig. 233) y las trazas dejadas por la combustión de materia vegetal, que se trataría presumiblemente, en la mayoría de los casos, de especies pertenecientes a la familia de las *Poaceas*¹⁴². Los poros asociados con la materia orgánica han mostrado preferentemente una morfología curvada, con abundantes nudos y una serie de líneas o estrías longitudinales vinculadas con la microestructura de las plantas. Todos estos rasgos deben asociarse a la utilización de tallos y partes blandas de plantas herbáceas.

¹⁴¹ Especialista en análisis de materiales orgánicos *The British Museum: Department of Conservation and Scientific Research*.

¹⁴² La familia de las Gramíneas (*Poaceae*) engloba más de 10.000 especies diferentes bien conocidas desde un punto de vista taxonómico. Éstas están caracterizadas y clasificadas de acuerdo con una variedad de caracteres morfológicos, básicamente en función de la inflorescencia y de la espiguilla, también por una gran cantidad de caracteres micro-morfológicos y moleculares (Kellog 2006).

Las herbáceas, los cereales y las gramíneas habrían constituido en el área de *Santa Ponça*, un recurso muy abundante y una materia prima muy asequible. Estas plantas silvestres crecen con facilidad en los alrededores de los distintos yacimientos y, seguramente, podían conseguirse cerca del lugar donde los alfareros producían las cerámicas. La determinación de este tipo de plantas coincide también con otros estudios, algunos de ellos especializados y realizados en base al estudio en huellas en negativo en registros cerámicos de otras zonas de la isla (Coll 1997b; Palomar 2005: 334-335 y 2009).

Los estudios polínicos efectuados en la isla, y confirmados en el área de *Santa Ponça*, donde se concentran las cerámicas desgrasadas con materia orgánica analizadas, evidencian, antes del cambio de era, una progresiva disminución de la cobertura arbórea, un clima más seco y una mayor predominancia de las herbáceas en el entorno. Entre los taxones herbáceos, muy abundantes en varias muestras polínicas de *Son Ferrer* (Servera e. p.) y el *Turó de les Abelles* (Llargo et al. e. p.), destaca la presencia de *Poaceae* rondando en el primer yacimiento en torno a 17-32%. Finalmente, hay que señalar que en el entorno más cercano a los yacimientos se documentan especies de este tipo asociadas a cultivos, como gramíneas. Este tipo de plantas están bien documentadas en los análisis de fitólitos desarrollados en estratos postalayóticos de *Son Ferrer*, las características morfológicas identificadas en los fitólitos de las gramíneas indican que estas plantas se encuentran representadas por todas sus partes tanto tallos, como hojas e inflorescencias (Albert y Portillo e. p.).

La caracterización morfológica de las células cortas identificadas de esta familia señalan que se trata de gramíneas del grupo festucoide, el más común en la zona mediterránea (Pérez et al. 2000; Servera e. p.; Albert y Portillo e. p.). Todos estos datos indican, por tanto, que la materia prima orgánica sugerida por los especialistas como susceptible de haber sido utilizada como desgrasante en las cerámicas habría resultado muy abundante y accesible en el entorno inmediato de los asentamientos, por lo menos durante el periodo Postalayótico.

Los análisis ópticos con binocular y microscopio petrográfico de las cerámicas arqueológicas muestran claramente una ordenación laminar de la materia orgánica en muchas piezas¹⁴³ (Fig. 234). Algunos autores (Schiffer y Skibo 1987) han señalado en

¹⁴³ TSF-237, TSF-264, TSF-236, TSF-252, TSF-464, TSF-352, TSF-240, TSF-353, TSF-239, TSF-459, TSF-326, TSF-467, TSF-229, TSF-8, TSF-11, TSF-56, TSF-10, TSF-1048, SM-36, SM-140, SM-181, SM-198, SM-238, SM-246, SM-293, SM-362, SM-386, SM-394, SM-642, SM-659, SM-689, SM-697, SM-

base a estudios experimentales, que esta organización es producto de una preparación inadecuada de la arcilla donde el desgrasante no se ha mezclado bien con la misma. Este efecto puede evitarse a añadiendo materia vegetal a la arcilla seca y pulverizada lo que tal vez indica que, probablemente, en casos con esta estructura laminar, la arcilla se mezcló con la materia vegetal estando ya húmeda.

En este sentido, la adición de materia orgánica seca constituye la mejor manera para permitir, al absorber la celulosa el agua sobrante, que la pasta pueda alcanzar el punto óptimo de hidratación y maleabilidad así como reducir la plasticidad. Especialmente cuando se utilizan arcillas procedentes de ambientes excesivamente húmedos o lluviosos, como los típicos de albufera. Hay que considerar que, muchas veces, las arcillas pueden estar demasiado húmedas para poder confeccionar directamente las cerámicas, además para que las arcillas posean plasticidad y consistencia para el modelado requieren de una cantidad de agua apropiada (Cuomo Di Caprio 1984: 39). En muestras experimentales realizadas para corroborar esta cualidad de las pastas orgánicas (Albero 2010), se constató como desgrasar con vegetal la pasta proporciona una elevada capacidad de absorción de agua a la misma. Ésta puede constituir cerca de un 32% del peso total de la muestra, respecto a un 26% de la misma arcilla en crudo. Estas diferencias se relacionan con una gran capacidad higroscópica de la materia orgánica, ésta absorbe agua hasta llegar a cuadruplicar su peso original (Maritan *et al.* 2006).

La adición de este desgrasante habría revertido, por tanto, en hacer manipulables arcillas muy húmedas de forma casi inmediata. El desgrasante puede ir añadiéndose hasta que la pasta adquiere el grado de maleabilidad adecuada. Cabe considerar entonces que, en casos donde el grado de humedad del sedimento determina la cantidad de desgrasante vegetal que debe añadirse, la variabilidad observada en las concentraciones constatadas puede ser muy alta. Ello se deriva del hecho que distintas arcillas, y también una misma arcilla, pueden presentar distintos porcentajes de humedad en función de su localización, de la época del año en que se extrae, de la existencia de épocas de lluvias prolongadas, etc. requiriendo, por tanto, de distintas cantidades de desgrasante vegetal en base a como ésta se presenta en el medio.

708, SM-3, TSB-1/294, TSB-1/297, TSB-1/300, TSB-1/303, TSB-2/40, TSB-2/41, TSB-2/42, TSB-5/19, TSB-5/20, TSB-6/65, TSB-6/66, TSB-6/72, TSB-6/80, TSB-6/81, TSB-6/87, TSB-7/10, TAB-7/32, TSB-7/33, TSB-7/159, TSB-8/32, TSB-8/65, TSB-9/14, TSB-9/80, TSB-9/81, TSB-9/84, TSB-9/90, TSB-9/91, TSB-17/25, TSB-17/29.

La utilización de este tipo de desgrasantes puede favorecer entonces el desarrollo de una producción cerámica ininterrumpida y relativamente factible durante todo el año, especialmente en aquellos casos en que se utilicen arcillas variadas o con distinto grado de humedad. En esta estrategia cabe plantear una relación entre la cantidad de desgrasante orgánico añadido en el registro cerámico arqueológico y el grado de humedad de la arcilla. Conductas de este tipo, aunque son de corte ecológico determinista, podrían explicar las altas variaciones observadas en los porcentajes de desgrasante vegetal presente en las cerámicas arqueológicas donde el coeficiente de variación resulta muy alto ($cv = 0.63$).

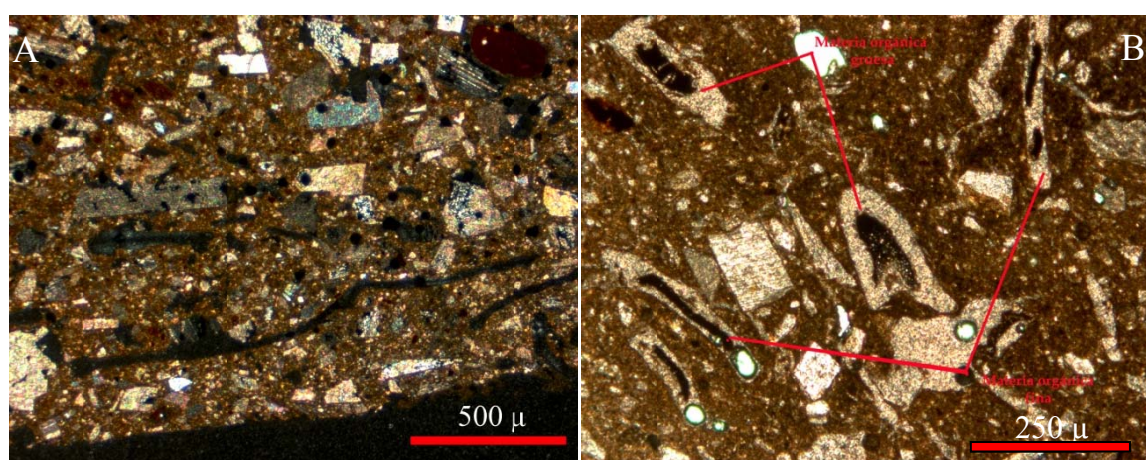


Figura 232. Microfotografías de pastas con materia orgánica. A) Lámina delgada con nicoles cruzados de la pieza SM-1125 mostrando materia vegetal de morfología muy fina y alargada. B) Lámina delgada de la pieza SM-971 mostrando materia orgánica grafitizada que conserva la forma en la huella en negativo. Observar la presencia de tallos finos y otros gruesos en la muestra (PPL).

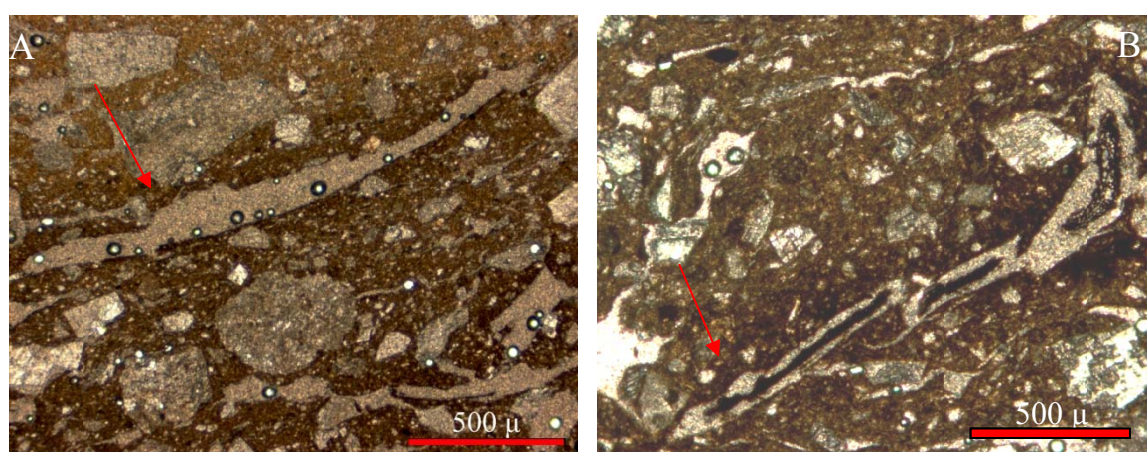


Figura 233. Microfotografías de pastas con materia orgánica. A) Lámina delgada con nicoles cruzados de la pieza SM-970 mostrando una huella en negativo de materia vegetal con un nudo en la parte superior. B) Lámina delgada de la pieza SM-472 mostrando una fibra de materia orgánica grafitizada que conserva la forma original en la huella en negativo y también los nudos del tallo.

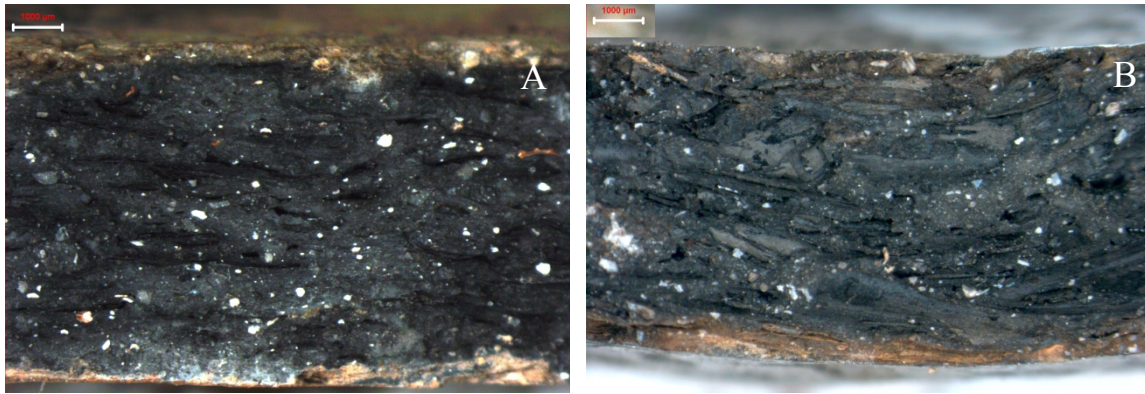


Figura 234. Microfotografías con binocular mostrando una ordenación laminar de la materia orgánica paralela a las superficies. A) Pieza TSF-239. B) Pieza TSF-352.

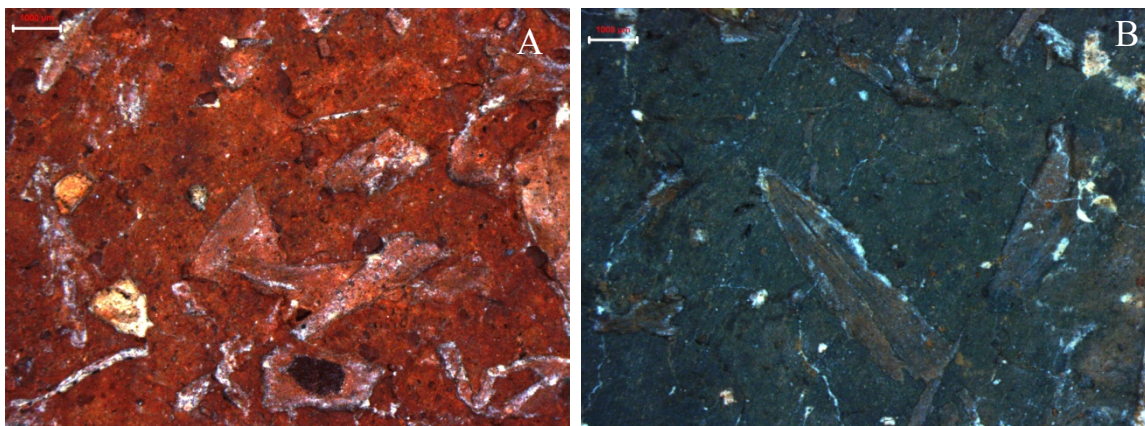


Figura 235. Microfotografías con binocular mostrando el aspecto de la materia orgánica en superficie de las vasijas. A) TSB-1/294, B) TSB-6/87 donde se puede observar estrías en una de las improntas de huella en negativo de materia orgánica.

18.2.2.2. Materia orgánica y material de construcción.

Como se ha señalado, la adición de materia orgánica en la pasta no se observa sólo en las cerámicas, los materiales de cubierta de *Closos de Can Gaià* fabricados con *terra rossa* han mostrado también abundantes huellas en negativo observables tanto macroscópicamente como con binocular y microscopio petrográfico (Fig. 236). La morfología, el tamaño y la ordenación en la matriz de estos desgrasantes surgen de una preparación del desgrasante vegetal y de la pasta muy parecida a la observada en las cerámicas. Las especies utilizadas también habrían sido muy parecidas puesto que presentan formas muy semejantes y micro-estructuras estriadas en las huellas en negativo detectadas.

La identificación de las plantas utilizadas deberá confirmarse en futuros estudios interdisciplinarios que comprendan la creación de colecciones experimentales de referencia así como análisis de fitólitos y polínicos de estos artefactos. En este caso, la combinación de estas técnicas resulta más plausible ya que, *a priori*, los materiales de construcción no están cocidos y son susceptibles de conservar bien componentes como los pólenes y los fitólitos que se destruyen, por regla general, a temperaturas superiores a los 250 °C (Szákmany y Starnini 2007).

La utilización de desgrasantes vegetales constituye una solución habitual en materiales de construcción con tierra, especialmente en técnicas como el manteado que consisten en el relleno con tierra de los huecos presentes en una estructura de madera y la aplicación de una capa más gruesa de barro en uno de sus lados (Sánchez García 1999; Sestier *et al.* 2003; Capelli *et al.* 2006; Sofaer 2006; Starnini y Szakmány 2009; Kovács *et al.* 2009). En este caso, se puede observar que la acción constatada debe relacionarse con la preparación de una pasta adecuada en relación a la función que debe cumplir la materia prima como aislante de cubiertas compuestas por “...*un armazón de troncos que se apoyaría en los muros y los pilares...sobre esta armadura se cubrirían ramas y entramados de carrizo, juncos y palmito, y finalmente para evitar que se produzca la filtración del agua se tapa con una capa de arcilla o de barro de unos 6 o 7 cm.*” (García Amengual 2006: 124).

Este tipo de arcillas poco calcáreas, como se ha podido documentar, son de naturaleza muy fina y con muy pocas inclusiones en la fracción arena. La alta plasticidad de la arcilla se habría vinculado con un sedimento altamente absorbente con una alta capacidad para aumentar de volumen y contraerse, generando filtraciones de agua cuando la arcilla llega a su tope de absorción.

Además, este tipo de materiales plásticos experimentan procesos de contracción y expansión al hidratarse y deshidratarse que generan importantes cargas de estrés sobre las estructuras que configuran la cubierta, poniendo en peligro la integridad del ámbito doméstico incluyendo las personas que en él habitan. Recordemos de nuevo que los materiales para construcción deben resistir la acción disgregante de los agentes atmosféricos y tener resistencia mecánica para el uso al que iban destinados. Las causas que influyen en su efectividad son la resistencia a la humedad, la acción del hielo y de la atmósfera, a la compresión, al golpe mecánico y su capacidad de flexión (Morales 2005: 194). Por este motivo, los sedimentos con una alta cantidad de arcilla son poco recomendados para la elaboración de materiales de construcción (Morales *et al.* 1986).

Ante esta situación, la adición de materia orgánica en este tipo de materias primas arcillosas habría podido ser de gran utilidad por varios motivos (Sestier *et al.* 2003; Rodríguez y Sarosa 2006):

- Permite la utilización directa de este material, procedente de llanuras aluviales, en caso de estar excesivamente húmedo.
- Habría aumentado la capacidad de absorción de agua de la pasta evitando, en casos normales, que la arcilla se hidrate excesivamente reduciendo así, además, su plasticidad y aumentando ligeramente la resistencia a la tracción. Su adición reduciría, por tanto, el estrés al que se someten las estructuras arquitectónicas.
- Disminuye la retracción durante el secado repartiendo la tensión resultante durante dicho proceso en toda la masa de material.
- Acelera el secado de la cubierta al facilitar el drenaje del agua hacia el exterior a través de los canales de la fibra.
- Aligera el material de cubierta de modo que la estructura debe soportar un menor peso y por tanto se reduce el riesgo de desplomes de la misma.

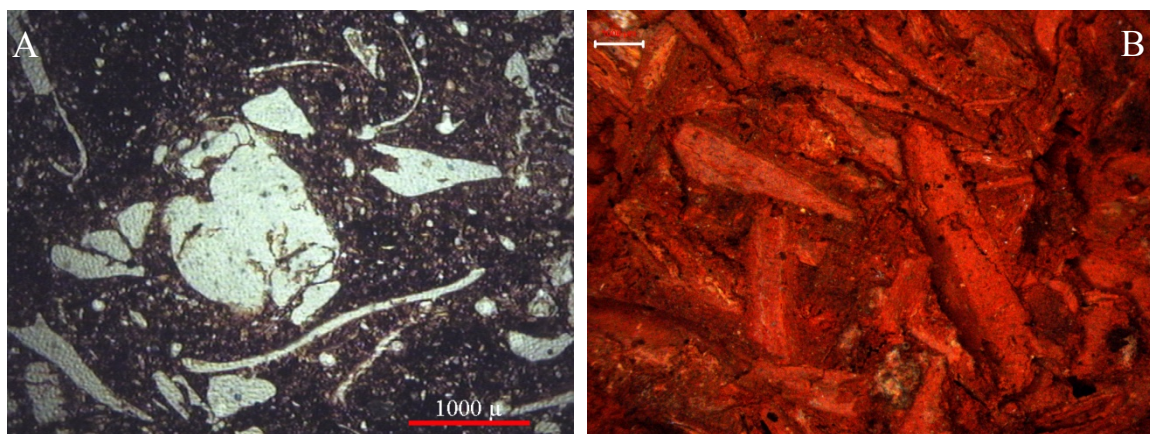


Figura 236. Microfotografías de material de cubierta con materia orgánica. A) Lámina delgada mostrando huellas en negativo de materia vegetal (PPL). B) Materia orgánica de gran tamaño en la misma muestra observada con binocular.

18.2.3. Calcarenitas.

Anteriormente, se señaló la presencia de un grupo petrográfico que si bien resulta peculiar no es totalmente desconocida su presencia en cerámicas arqueológicas¹⁴⁴. De este modo, el Petrogrupo 3 ha mostrado una serie de inclusiones distintivas cuyas características petrográficas ya han sido descritas en su correspondiente apartado. Estas piezas se caracterizan por la presencia de peloides y algas rojas coralinas (*Rodoficeas*), ambas se presentan muy redondeadas y en un tamaño relativamente regular (Fig. 237b), muy semejante al tamaño máximo observado con la calcita cristalina.

Este tipo de algas se asocian muy bien con arenas fosilíferas, como las biocalcarenitas y las eolianitas que, en Mallorca (Calvet *et al.* 1980; Pomar *et al.* 1983; ITGE 1991; Fornós c. p.), suelen estar estrechamente relacionadas con depósitos de calcarenitas o calizas arrecifales propias del Mioceno Superior y, en menor medida, del Plioceno Inferior. Estas piezas han mostrado cantidades muy altas de microfósiles donde se pueden distinguir unos que forman parte de la fracción gruesa y otros asociados a la matriz arcillosa. Los granos redondeados que se observan, por tanto, en las muestras deben asociarse a las inclusiones constituyentes de la roca (Tucker 1991: 39-40). Éstas rocas se habrían machacado siguiendo procedimientos parecidos al observado con la calcita cristalina, sin embargo, a nivel microscópico, tal y como ya se señaló, se observan importantes diferencias en su morfología.

De este modo, al menos una fracción marginal de las cerámicas analizadas (3.1%), se habría desgrasado con un tipo de roca distinta a las observadas en la mayoría de las piezas. Si bien una de las piezas (SM-181), no ha podido clasificarse en ningún Grupo de Referencia, el resto (SM-642, SM-362) de piezas con estas características se han clasificado en el Grupo de Referencia SM-A1. Ello indica que, probablemente, algunas de estas piezas se habrían fabricado en el *Puig de Sa Morisca*, de cuyo entorno habrían procedido las materias primas arcillosas utilizadas.

Al igual que ocurre con la calcita cristalina, las calcarenitas y las eolianitas suelen presentar cantidades variables de granos de cuarzo detrítico en su composición (Calvet *et al.* 1980; Bugini y Folli 2008), por lo que la trituración de esta roca habría comportado la adición de ciertas cantidades de este mineral.

¹⁴⁴ Se ha podido constatar la utilización de este desgrasante en zonas de la Península Ibérica como Álava (Ortega *et al.* 2005).

Este proceso podría explicar por qué las piezas de este petrogrupo, asociadas a arcillas muy finas, muestran índices ligeramente (10-15%) más elevados de cuarzo monocristalino redondeado de mayor tamaño en la pasta, siendo habitual encontrar además algunos granos aislados policristalinos de morfología subangular (Fig. 237a).

Este tipo de rocas están bien documentadas en varios puntos de la península de Calviá, donde se ubican los yacimientos analizados en los que está presente esta petrofábrica. Por un lado, se documenta un pequeño afloramiento en la zona de El Toro, concretamente en una zona de acantilados conocida como *Punta Prima* y *Na Bona*, ubicadas a 1 km del poblado postalayótico de *Ses Penyes Rotges* y a 2 km del *Puig de Sa Morisca*. Otros pequeños afloramientos de costa como los de *Cala Vinyes*, *Cala de Cala Figuera* y *Sa Punta de Sa Porrassa*, se hallan más lejanos, a casi 5 km de distancia. Finalmente, señalar que el afloramiento más extenso se sitúa en la zona rocosa ligeramente elevada (50-100 m) que se prolonga desde el yacimiento de *Son Ferrer* hasta el *Cap de Cala Figuera* y *Rafaubeitx*. Los análisis geológicos realizados (ITGE 1991a) documentan en estas zonas la presencia de calcarenitas formadas por calizas biomicritas de textura arenosa con un 10% de cuarzo y abundantes microfósiles donde se incluyen corales y algas rojas. Todos estos datos concuerdan muy bien con las observaciones realizadas en las cerámicas y se relacionan con la presencia, en esta zona, de una plataforma arrecifal durante el Plioceno Inferior.

Como se ha podido observar, las calcarenitas disponibles en el territorio resultan comunes y muy accesibles. Este tipo de rocas suelen utilizarse de forma habitual en el ámbito mediterráneo, por ejemplo como material de construcción (Bugini y Folli 2008) y en cerámica del área cántabra (Ortega *et al.* 2005). En Mallorca su uso durante la prehistoria está bien documentado en la creación de molinos de vaivén. Esta roca es más dura que la caliza de modo que resulta habitual su utilización para moler grano, de ahí que sea común hallarla en contextos arqueológicos (Mascaró Passarius 1962).

En este sentido, hay que señalar que, a menudo, los desechos o el material sobrante de las rocas utilizadas en otras actividades pueden utilizarse para desgrasar la cerámica. Este podría ser el caso del material de construcción o de desecho de los molinos. La disponibilidad de material es una variable a la que los alfareros son muy sensibles de modo que la presencia de estos recursos minerales en el poblado, aunque fuera de forma marginal, podría explicar la incorporación ocasional de ciertos desgrasantes, de uso poco generalizado, en las pastas cerámicas (Dicks 2008).

Finalmente, hay que indicar que, en el plano físico-químico, las piezas que utilizan este desgrasante tendrían un comportamiento relativamente similar al de las piezas desgrasadas con calcita cristalina puesto que en ambos casos el mineral mayoritario constituyente es calcita. Sin embargo, existen algunas ligeras diferencias en la consistencia de la pasta derivadas de la utilización de desgrasantes compuestos por granos redondeados. Éstos al no poseer aristas se acoplarán peor con la matriz arcillosa y no proporcionarán una pasta tan consistente (Gibson y Woods 1990; Carter 2002).

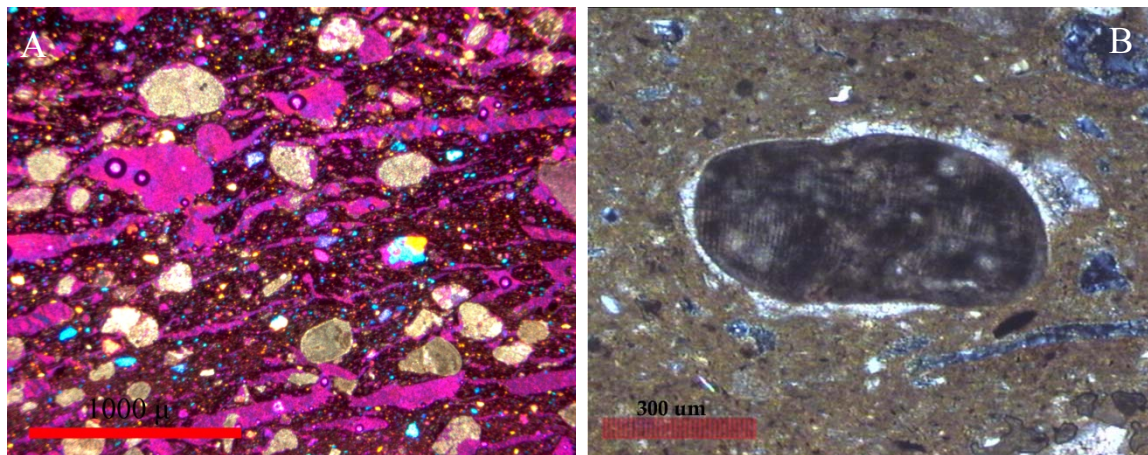


Figura 237. Microfotografías de láminas delgadas. A) Pieza SM-181 bajo nicoles cruzados y filtro mostrando cuarzo monocristalino (azul) y una inclusión policristalina en una matriz muy porosa con abundantes peloides. B) Pieza SM-362 con nicoles de cruzados mostrando un alga coralina formando una inclusión de calcita micrita de forma redondeada.

18.2.4. Cuarzos/Arenas.

Las arenas, por su alta cantidad de cuarzo y feldespato, suelen utilizarse tradicionalmente en la producción cerámica¹⁴⁵. En nuestro caso, las piezas que muestran altas cantidades de cuarzo como anti-plástico principal, con al menos un 20% de este mineral en los análisis de DRX, se asocian al Petrogrupo 4 que resulta también muy minoritario en el registro analizado (6.2%). Desgraciadamente, en estas muestras, no puede precisarse con seguridad si el cuarzo detectado en la pasta se relaciona con una adición intencionada, a partir de la introducción de arenas de playa o roca arenisca machacada, o si bien éste estaba presente ya de forma natural en la propia arcilla. Discernir este tipo de cuestiones así como la procedencia precisa de las arenas utilizadas exige del desarrollo de protocolos especializados que suponen el estudio analítico de suelos de diferentes áreas del territorio (Heidke y Miksa 2000).

Como se ha señalado, normalmente un aspecto decisivo para desentrañar el carácter añadido o no de un mineral en la pasta consiste en determinar el grado de angulosidad de las partículas. Sin embargo, en el caso del cuarzo, la presencia de aristas, granos subangulares y fracturas concoides puede relacionarse también con que éste se encuentra cercano a su lugar de origen, es decir a la roca madre, y por tanto no ha estado sometido a procesos erosivos intensos que alteren sus rasgos morfológicos. Por otro lado, también cuando el cuarzo se muestra muy alterado y presenta una morfología subredondeada y de pequeño tamaño, aspectos que normalmente se relacionarían con su presencia natural en la arcilla, puede vincularse con la adición intencionada de este mineral en forma de arenas, areniscas u otras rocas formadas por este mineral. En estos casos, la comparación petrográfica de la matriz gruesa con la matriz arcillosa puede resultar un buen recurso para discernir el origen de estos minerales. Si los desgrasantes más gruesos son homogéneos en tamaño y forma y además tienen una ordenación bimodal respecto de la matriz se puede sugerir que su presencia es antrópica (Howard 1982; Gibson y Woods 1990: 31, 251-255; Soltman 2001; Riederer 2004).

¹⁴⁵ Etnográficamente, se documenta su uso en zonas de Pakistán (Spataro 2003) o en Ancash (Perú) y arqueológicamente en múltiples cerámicas de Bretaña, donde se documenta su uso desde el Neolítico hasta la Edad Media (Woods 1986; West 1992: 65; Druc 1996; Tite *et al.* 2001). La adición de arenas ricas en cuarzo a las pastas es, también, típica de fábricas romanas de Inglaterra (Frestone y Rigby 1982; Mainman 1982) así como en cerámicas prehistóricas de Alabama (EEUU) (Steponaitis 1984).

En las muestras de estas características analizadas no se puede dejar de contemplar entonces la posibilidad de que la composición y la textura de estas piezas sea consecuencia de la adición intencional de desgrasantes de este tipo. Como se ha observado, existen numerosos casos donde se constata la adición de arenas a las pastas cerámicas. En todo caso, basándonos en el principio de abundancia, en el examen petrológico y/o el análisis óptico con binocular así como en las fases minerales semi-cuantificadas mediante DRX, se ha decidido incluir dentro de este grupo de pastas ricas en cuarzo las piezas SM-36, SM-625, TSB-6/73, TSB-17/23, TSB-7/159, TSB-7/33, TSF-239, TSF-57, TSF-237 y TSF-240. Todas estas piezas se caracterizan por tener, en comparación con la mayoría de muestras, cantidades anormalmente altas de cuarzo, entre 20-30% así como cantidades bajas de calcita (2-20%) y CaO (3-10%). La amplia mayoría han mostrado una distribución unimodal de los granos y sólo las muestras TSB-7/159 y TSF-244 han mostrado una distribución bimodal en los histogramas realizados (Fig. 239), lo que podría estar relacionado con la adición de este mineral a la pasta en estas últimas vasijas. Sin embargo, la escasa cantidad de anti-plásticos constatados (<2%) en ambas pastas hacen dudar de una adición intencional de estas partículas minerales y permiten apuntar que este comportamiento se debe, como se observa ópticamente, a la presencia de algunos granos aislados de mayor tamaño en la matriz arcillosa.

La única muestra que presenta ciertas evidencias de la adición de cuarzo a la pasta se constatan en la vasija TSB-17/23 (Fig. 238b). Ésta presenta un ligero incremento en la cantidad de desgrasante y un mayor tamaño de los granos de cuarzo que forman la matriz gruesa respecto a las otras piezas silíceas. Además, en esta muestra se ha podido observar la presencia de un fragmento de roca policristalina compuesta por cristales de cuarzo monocristalino y microcristalino lo que podría evidenciar el machacado y la adición de algún tipo de roca silícea a la pasta.

Independientemente de la adición intencionada o no de arenas en la pasta, aspecto que como se ha señalado no resulta fácil de resolver, estas cerámicas se caracterizan por tener una naturaleza más silícea y una pasta con una textura más fina y con escasos desgrasantes (<5%), típica de los Grupos Texturales C1 y C2. De este modo, las propiedades y las cualidades de estas pastas, al contrario de las observadas hasta ahora donde primaban texturas gruesas y un importante componente calcáreo, serán radicalmente distintas puesto que el contenido de CaO es muy bajo y las texturas son muy finas. En definitiva, estas piezas son muy silíceas ($\text{SiO}_2 = 50-70\%$) y, por tanto, sus pastas más refractarias (Morales 2005: 199).

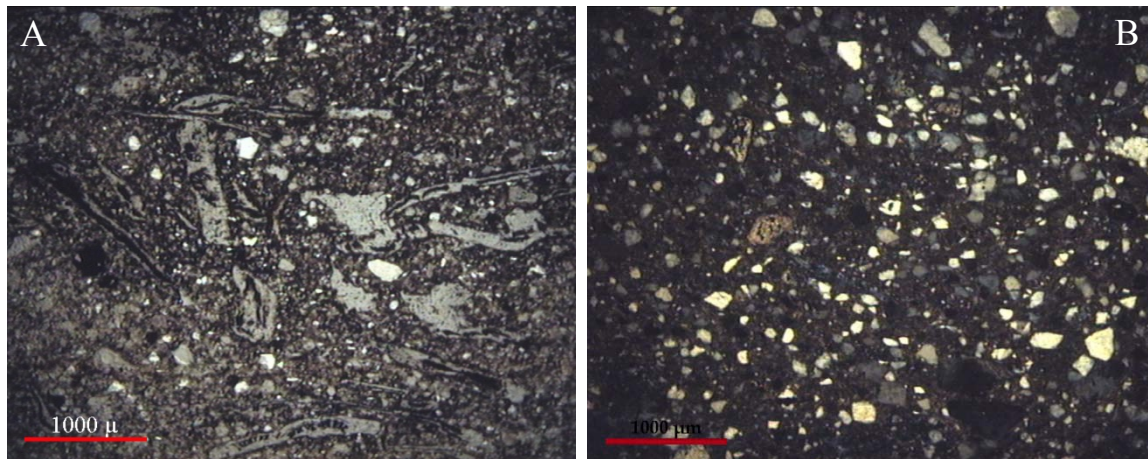


Figura 238. A) Microfotografía de una lámina delgada de la pieza TSB-7/159 mostrando una matriz sin calcita y compuesta básicamente por cuarzo monocristalino subangular y sub-redondeado donde se observan inclusiones de tamaño seriado y algunas pocas inclusiones aisladas de mayor tamaño así como materia orgánica (PPL). B) Microfotografía de una lámina delgada de la pieza TSB-17/23 mostrando una matriz sin calcita y compuesta por abundante cuarzo monocristalino subangular y sub-redondeado de tamaño seriado.

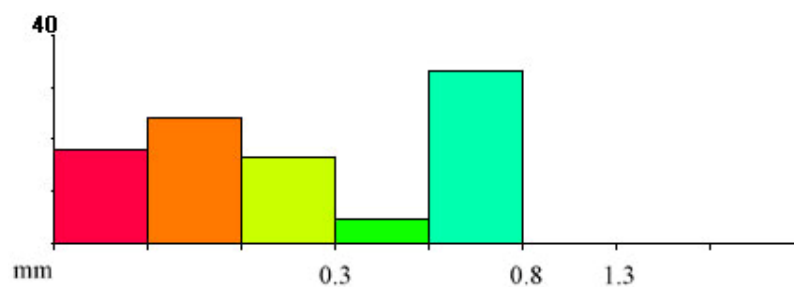


Figura 239. Histograma mostrando una distribución bimodal de los granos de mineral de la pieza TSB-7/159 en función del porcentaje que ocupan en la matriz los diferentes intervalos de tamaño detectados con análisis de imagen y binocular.

18.2.5. Chamota.

Este tipo de desgrasante consiste en la adición de cerámica machacada a la pasta, al contrario de lo que sucede con muchos componentes minerales, podemos asegurar que la adición de chamota resulta una acción generalmente intencional en todos los casos (Ots 2008). La chamota constituye un desgrasante de uso bastante común, tanto en cerámicas arqueológicas¹⁴⁶ como en sociedades actuales.

¹⁴⁶ Por ejemplo, en cerámicas neolíticas de Granada (Capel *et al.* 1982), vasijas romanas de Inglaterra (Freestone y Rigby 1982), en cerámicas de las Islas Orcadas (Williams 1982), en cerámicas de la cultura Woodland en EEUU (Rafferty y Galaty 2002), en cerámicas del Calcolítico y de la Edad del Bronce de Fraga, Portugal (Jorge *et al.* 2009) y en la Edad del Bronce en Hungría (Sofaer 2006; Gherdán *et al.* 2007; Kreiter *et al.* 2007).

Se documenta su utilización en la etnia Bantú en Sudáfrica (Krause 1984), entre los Gamu de Etiopía (Arthur 2003), en Tabasco, México (Gallegos y Armijo 2008), Ghana (Rasmussen *et al.* 2009), Níger (Gosselain 2008), Pakistán (Spataro 2004) y entre los *Kabyle* en el norte de África (Balfet 1984). En la prehistoria de las Islas Baleares, se ha podido constatar su utilización en cerámicas menorquinas de la Edad del Bronce de la *Cova des Carritx* (Gómez-Gras y Risch 1999) y en dos cerámicas Postalayóticas del poblado mallorquín de *Son Fornés* en *Montuiri* (Palomar 2005 y 2009), así como en *Ses Païses* en *Artà* (Cau 2005).

En nuestro caso, la utilización de chamota para desgrasar la cerámica se ha observado como una solución muy marginal, sólo observada en dos piezas (CLG-149; SM-659), reduciéndose a un 1.2% del total del registro analizado. En el caso de la pieza postalayótica SM-659, la observación de los desgrasantes presentes dentro de la propia chamota permite constatar que se han utilizado desechos cerámicos que habían sido previamente desgrasados con calcita cristalina (Fig. 240a), el desgrasante mineral de uso más generalizado dentro de las producciones de cerámica prehistórica de la isla. En el caso de la pieza CLG-149 los fragmentos de cerámica triturada son isotrópicos, carentes de birrefrencia lo que indica que se añadió una materia con evidencias de sobrecocción (Fig. 240b). Tal vez una cerámica desechada tras un fallo en la cocción. La textura de las cerámicas trituradas es de tipo más fino que el observado en la otra muestra, solo algunos fragmentos muestran en su interior algunos cristales de pequeño tamaño.

Al margen de las connotaciones simbólicas que este desgrasante pueda tener, por ejemplo ligadas a representaciones de los ciclos de vida y muerte, hay que considerar que la chamota, al tratarse de un material de desecho ubicado en el entorno antropizado que ocupan los individuos, habría resultado un recurso muy abundante, claramente perceptible y muy accesible. Además, la cerámica triturada, al consistir en arcilla cocida, constituye un excelente desgrasante, reduce la plasticidad de la pasta y permite, gracias a su forma generalmente alongada, una buena cohesión de la pasta. Aporta resistencia al cuerpo cerámico en crudo, facilita el drenaje del agua en la fase secado y mejora levemente la resistencia al choque térmico de las pastas (Morales 2005: 81). Como puede observarse, este desgrasante aporta ciertas particularidades a las pastas que serán comentadas posteriormente.

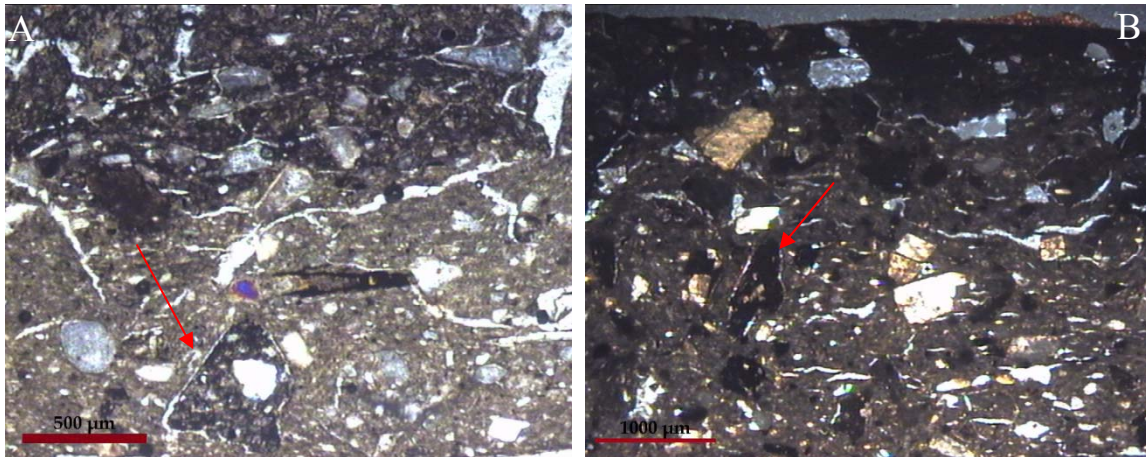


Figura 240. Microfotografías de láminas delgadas de piezas con chamota. A) Pieza SM-659 mostrando fragmentos de cerámica triturada desgrasada con calcita cristalina (PPL). B) Pieza CLG-149 con nicoles de cruzados mostrando fragmentos oscuros e isotrópicos de cerámica triturada diseminados por la pasta.

18.2.6. Otras rocas.

Hay que incidir, entre los posibles desgrasantes añadidos en las pastas, en la presencia en las vasijas de distintos tipos de rocas típicas de entornos sedimentarios. Normalmente, los fragmentos de roca añadidos a las arcillas suelen ser poliminerales y su introducción en la pasta, como con el resto de soluciones constatadas, puede tener importantes implicaciones para el estudio de la conducta humana en el pasado y de los determinados recursos geológicos explotados (Gibson y Woods 1990: 30; Velde 2005). De esta forma, podemos asumir una adición intencionada de fragmentos de rocas en aquellas piezas que presenten en la pasta este tipo de componentes en abundancia. Este es el caso de las piezas SM-180 y SM-140, donde se constata la existencia de abundantes fragmentos de roca formados por calcita micrita, en el caso de la primera recristalizada. La morfología subangular y redondeada de estos fragmentos parece remitirnos, respectivamente, a la utilización de brechas sedimentarias y conglomerados formados por calizas. Estas brechas de calcita recristalizada están bien constatadas en los macizos rocosos formados por materiales del Jurásico que se sitúan en el territorio inmediato de los yacimientos estudiados de la zona de *Santa Ponça*, resultando por tanto, muy accesibles (ITGE 1991a).

Por otro lado, se documentan otras piezas donde fragmentos de rocas están presentes, pero de forma accesoria y aislada en la matriz. La inclusión de estos compuestos minerales en la pasta puede deberse a su presencia en los propios depósitos de arcilla que, a menudo, pueden verse contaminados por componentes minerales procedentes de los depósitos adyacentes. Los estudios geológicos realizados en la zona documentan pocas alteraciones de la composición mineralógica de los depósitos constatados. Cuando éstas se producen deben relacionarse con desprendimientos en las formaciones rocosas más cercanas que afectan a los depósitos de arcilla que, por regla general, suelen situarse en cotas más bajas, en fondos de valle.

También hay que contemplar que algunas de estas rocas pudieron filtrarse en la pasta durante el transcurso de su preparación. Los seres humanos suelen utilizar variados recursos minerales para la creación de diversos tipos de artefactos cuyos desechos pueden estar presentes en los lugares donde los alfareros preparan la pasta. De este modo, se puede producir la introducción no intencionada de rocas que no estaban presentes en el sedimento original. En todo caso, su presencia en la pasta es marginal por lo que no parece que su introducción fuese intencional, del mismo modo, su presencia no produciría generalmente alteraciones significativas de las características o las cualidades de la pasta de la cerámica.

Dentro de los fragmentos de rocas que se presentan de forma aislada en la pasta hay que señalar básicamente la presencia de roca arenisca (Fig. 242a y b) (SM-362, TSB-7/159, TSB-6/65, TSB-7/33, TSB-17/23) y rocas calizas (TSB-4/66, TSB-6/82, TSB-6/73, SM-625, SM-140; TSF-467, SM-475, SM-386, TSF-8) (Fig. 241). En un caso (TSB-9/14), se observa además un fragmento de roca caliza fracturada en cuyo corte se observa la cristalización de calcita microespática (Fig. 241c), en un proceso de formación similar al de la formación de calcita cristalina de fractura. Por otro lado, en la arcilla natural del Paleógeno se ha podido documentar la presencia de arenisca calcárea (Fig. 242d), y en la pieza SM-181, la presencia de caliza arenosa. Finalmente, en la muestra TSB-17/23 se ha señalado la presencia de un fragmento de roca policristalina compuesta (Fig. 242c), en parte, por algunos cristales de cuarzo monocristalino y por cuarzo microcristalino. Éste último es el tipo de cuarzo más común en las rocas sedimentarias (Tarrío 1998), y los rasgos documentados evidencian que se trata de una roca silícea, tal vez sílex o calcedonia que pudo ser, en este caso, triturada y añadida a la pasta.

En definitiva, las rocas documentadas son habituales de ambientes sedimentarios y muy frecuentes en el área de *Santa Ponça*, donde se documentan varias estructuras geomorfológicamente vinculadas a la presencia de areniscas, sílex, brechas y formaciones de calizas (ITGE 1991a).

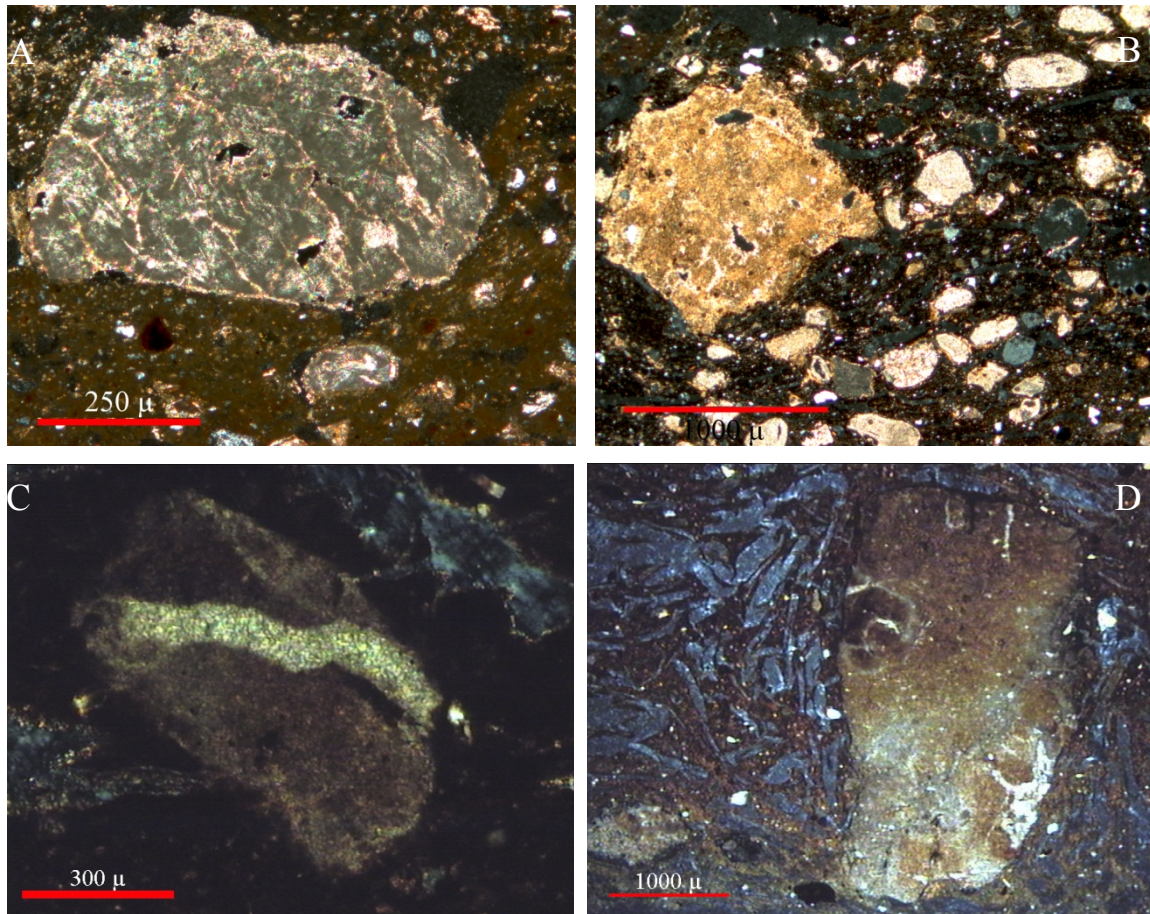


Figura 241. Microfotografías de láminas delgadas con nicols cruzados mostrando diferentes tipos de rocas. A) Roca caliza en la pieza SM-140, B) caliza arenosa en la pieza SM-181, C) caliza con cristalización de calcita microespática en la pieza TSB-9/14. D) Fragmento de roca caliza ferruginosa en la pieza TSB-6/73.

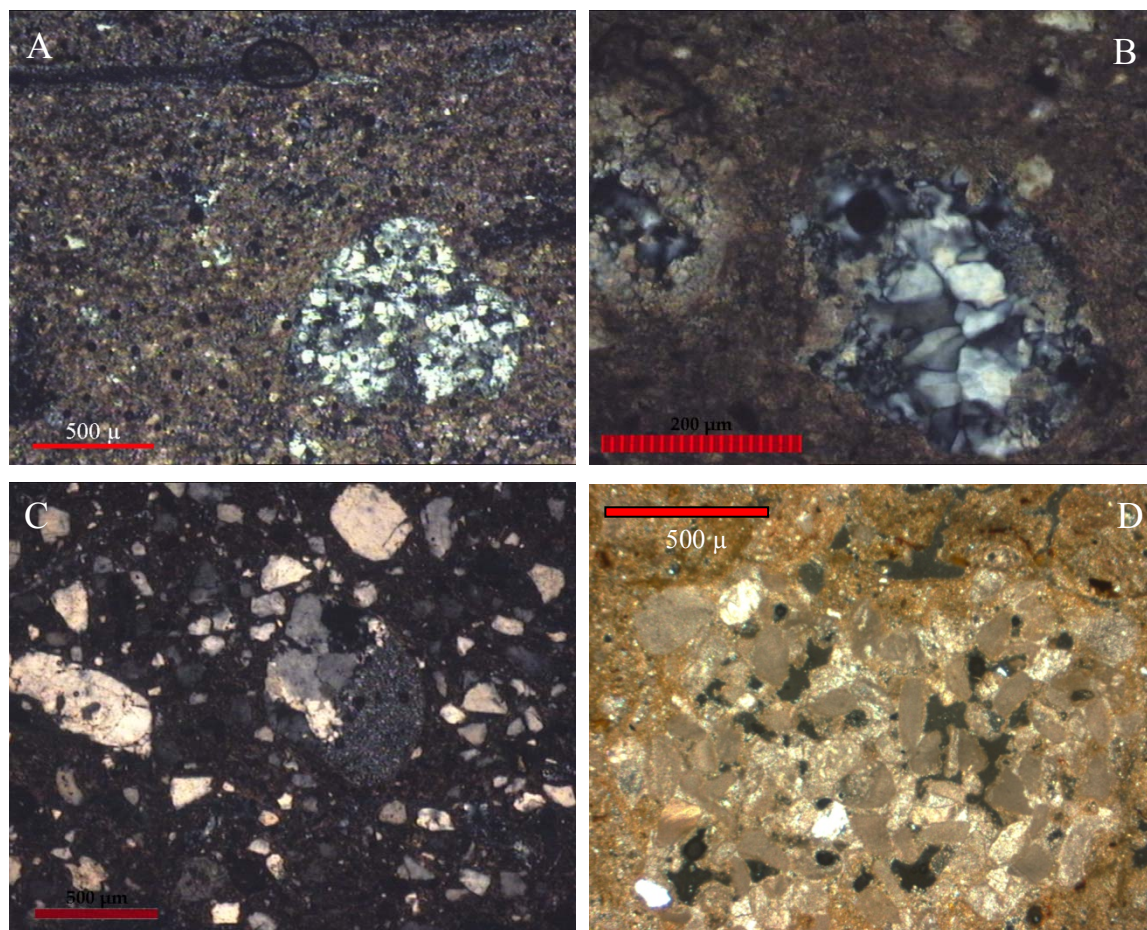


Figura 242. Microfotografías de láminas delgadas con nicols cruzados mostrando diferentes tipos de rocas. A y B) Fragmentos de arenisca en las piezas TSB-6/65 y SM-362, C) fragmento de roca silicea policristalina en la pieza TSB-17/23, D) fragmento de arenisca calcárea en la arcilla del Paleógeno del *Turó de les Abelles*.

18.3. Mezclas de arcillas.

Resulta habitual que los alfareros mezclen distintas arcillas¹⁴⁷, unas más plásticas con otras más gruesas, con el objetivo de obtener pastas y productos finales óptimos. Diversas sociedades añaden arenas de playa o de río para favorecer el desarrollo de otras partes del proceso de manufactura, como el control de la pasta durante el secado, de forma que varias fases del proceso de fabricación aparecen enlazadas entre sí. Las cantidades de uno u otro material suelen estar condicionadas por la experiencia previa (Drake 1972: 19; Van der Leeuw 1984; Stark *et al.* 2000; Neupert 2000; Arnold 2000; González 2005; García Rosselló 2006; Livingstone 2007: 19; Tsantini 2007).

¹⁴⁷ Por ejemplo en Creta en la zona de Kentri y Thraspano (Riley 1980; Hein *et al.* 2004), en Skala, Grecia (Matson 1989) o en diversas zonas de Filipinas como San Nicolás (Longacre 1999) así como las zonas ocupadas por los barangays (Van der Leeuw 1984). También en Ancash (Perú) (Druc 1996) y en Quinchamalí en Chile (García Rosselló 2008: 157).

Algunos alfareros utilizan una única arcilla mientras que otros mezclan dos o más, en otros casos, como se ha observado, se opta por introducir desgrasantes añadidos a la pasta. Para la fabricación de cerámica a mano, suele ser especialmente indicada la elección de arcillas gruesas en origen ya que éstas resultan más fáciles de manipular, especialmente si se mezclan con arcillas más finas. Con esta estrategia se obtiene una masa consistente pero al mismo tiempo lo suficientemente plástica para poder ser trabajada.

En el ámbito mediterráneo la mezcla más habitual, fundamentalmente constatada en cerámicas que no van a exponerse al fuego, consiste en la combinación de arcillas rojas procedentes de depósitos de *terra rossa* con arcillas calcáreas de grano muy fino del Cenozoico. En ciertas ocasiones la *terra rossa* forma la base principal de la pasta mientras en otras, como en la fabricación de cerámica contenedora de líquidos, se utiliza una arcilla calcárea de base a la que se añaden opcionalmente arcillas rojas. Este tipo de pastas se caracterizan por presentar una matriz calcárea con relictos no calcáreos de *terra rossa* en forma de grandes nódulos de arcilla redondeados. Este tipo de soluciones se constatan en la producción de cerámica de la Edad del Hierro y de época romana de Galilea. También en la alfarería de tradición etnográfica de Mallorca, en lugares como el núcleo alfarero de *Pòrtol* (Massot y Mut 1989: 78, 87; Wieder y Adan Bayewitz 1999; Canyelles 2001: 17; Hein *et al.* 2004; Basso *et al.* 2006; Shoval *et al.* 2006).

Esta clase de conductas están bien estudiadas en Creta (Hein *et al.* 2004), donde se ha documentado etnográficamente que no existe consenso entre los alfareros de la isla en las razones que les llevan a mezclar estas arcillas. Por un lado, los alfareros de Thraspana señalan que la adición de arcillas rojas o *terra rossa* proporciona a la pasta más inclusiones no plásticas, necesarias para el desarrollo de una pasta modelable donde a la vez se evite la propagación de fracturas. Sin embargo, muchos de estos alfareros indican que la adición de estas arcillas incrementa la plasticidad de la arcilla. Los alfareros de Mouliana, señalan que la utilización de estas arcillas reduce, al contener arenas, el riesgo de desarrollo de fracturas. Finalmente, los alfareros de Kentri señalan que la presencia de estas arcillas no colabora en una pasta capaz de modelar paredes más finas pero, en cambio, dota a la pasta de una mayor resistencia para soportar el proceso de cocción. En este sentido, los alfareros coinciden en señalar que la adición de una arcilla con más inclusiones contribuye a minimizar el riesgo de fracaso por fracturas en el proceso de fabricación.

La detección de la mezcla de arcillas resulta sumamente complicada en el registro cerámico de origen arqueológico. Esta acción resulta imposible de detectar a partir de análisis químicos, donde la mezcla de arcillas proporciona además importantes alteraciones en la composición original de los artefactos en función de las cantidades mezcladas, aumentando el grado de variabilidad del registro y dificultando el establecimiento de Grupos de Referencia Composicional. La petrografía, representa el método más indicado para detectar esta acción aunque, resulta a menudo difícil (Soltman 2001). Los principales procedimientos de que se dispone para detectar la mezcla de arcillas se basan, por un lado, en la presencia de nódulos de arcilla con características diferentes a la matriz arcillosa. Este tipo de componentes se han considerado como un indicio de la mezcla de arcillas, en ellos las diferencias de color respecto a la arcilla de la matriz se relacionan con diferentes contenidos en hierro (Kilmurry 1982). Por otro lado, el estudio de los distintos microfósiles de la pasta y la adscripción de los foraminíferos presentes en la misma a diferentes periodos geológicos o ambientes de deposición también constituye una evidencia de la mezcla de arcillas distintas (Quinn y Day 2007). Finalmente, ordenaciones bimodales de la textura de la matriz arcillosa pueden relacionarse con la mezcla de arcillas con diferentes texturas (Velde 2005).

En definitiva, incluso a través de estos procedimientos hay que ser muy precavidos a la hora de señalar con seguridad la mezcla de distintas arcillas. Por un lado, la presencia en la pasta de nódulos de arcilla de una composición diferencial, como las argilitas, puede producirse dentro de un mismo depósito de arcilla. Éstos también pueden deberse a fenómenos antrópicos ligados con el proceso de preparación de la pasta. Por otro lado, hay muchos depósitos de arcilla no ligados a ambientes marinos o costeros donde los foraminíferos están ausentes por lo que la caracterización paleontológica puede resultar también ineficaz para detectar esta acción. Finalmente, la presencia de una textura bimodal en la matriz arcillosa puede deberse también a la adición de desgrasantes de un tamaño muy estandarizado y no sólo a la mezcla de arcillas. Ello conlleva que, en los casos estudiados, en base a las características observadas con el microscopio petrográfico, sólo se pueda establecer como hipótesis una probable mezcla de arcillas. Se requiere de la realización de estudios experimentales que establezcan distintas colecciones de referencia de estas acciones con diferentes tipos de arcillas y mezclas para, en un futuro, dilucidar este tipo de aspectos en cerámicas arqueológicas.

En nuestro caso, se puede sugerir la mezcla de arcillas, en base al estudio petrográfico, en tres piezas del *Puig de Sa Morisca* y una del *Turó de les Abelles* que han resultado además muy distintas químicamente del resto de piezas analizadas. Estas piezas, no clasificadas en ninguna producción, introducían una gran variabilidad en el conjunto de los datos, probablemente debido a esta acción. Por un lado, las piezas SM-140 y TSB-2/41 han presentado una matriz arcillosa de aspecto abigarrado, donde se entremezclan arcillas de distinta coloración (Fig. 243b y d). Por otro lado, la pieza SM-1125 ha presentado abundantes nódulos de arcilla de diferente tamaño que contrastan con la matriz por su color rojo oscuro y por presentar una textura muy fina (Fig. 243c). Finalmente, la pieza SM-138 ha mostrado tanto nódulos de arcilla como franjas de arcilla de un color diferenciado en la matriz arcillosa (Fig. 243a).

Finalmente, también las pesas de telar TSB-4/43 y TSB-8/33 han mostrado franjas arcillosas de distinto color, donde se alternan tonos de color rojizo con otros ocres, también se documentan algunas zonas negras (Fig. 243g y h). Desgraciadamente, la cantidad de muestra cedida por el Museo de Mallorca de estas pesas fue insuficiente para la realización de láminas delgadas y la confirmación de este punto corre, por tanto, a cargo de futuros estudios que se centren en profundidad en este tipo de artefactos arcillosos. En todo caso, dada la similitud química de las dos pesas cabe pensar que fueron mezcladas con las mismas materias primas en unas proporciones relativamente parecidas.

En todas estas piezas cerámicas, excepto en TSB-2/41, se han podido identificar microfósiles (Fig. 243e y f): la pieza SM-140 contenía foraminíferos planctónicos y equínidos, la pieza SM-138 ha mostrado también equínidos y foraminíferos planctónicos, concretamente *Globigerina*, además de rotálidos no identificados. Finalmente, en la pieza SM-1125 se han podido registrar únicamente rotálidos no identificados. La presencia de estos microfósiles ha sido ampliamente constatada en el Grupo de Referencia SM-A1, estando además ampliamente verificados en sedimentos arcillosos del Paleógeno de la zona de *Santa Ponça*. Este hecho podría evidenciar que se habría utilizado la misma arcilla de base que la empleada en la fabricación de la mayoría de piezas del *Puig de Sa Morisca*. Sin embargo, en estos casos, cabe contemplar la adición de una cantidad indeterminada de otras arcillas más gruesas de las que no podemos precisar sus características. Pese a todo y dada la ausencia de microfósiles asociados a otros depósitos, se puede sugerir la utilización de depósitos no fosilíferos y no vinculados directamente con recursos de albufera.

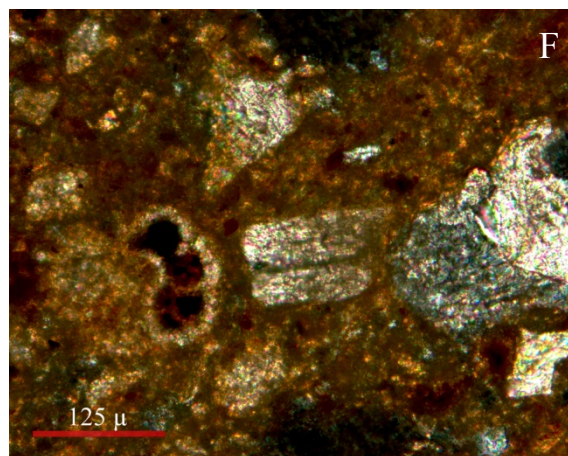
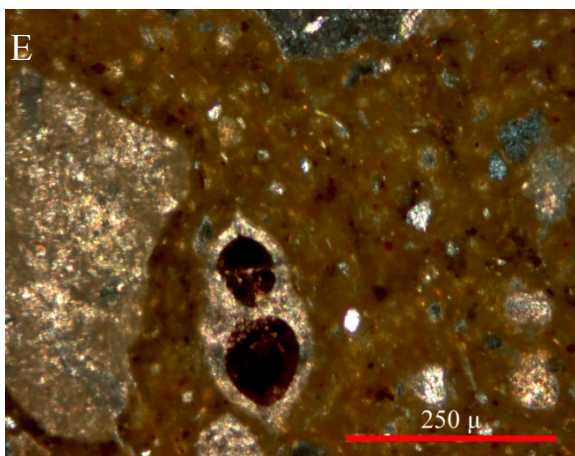
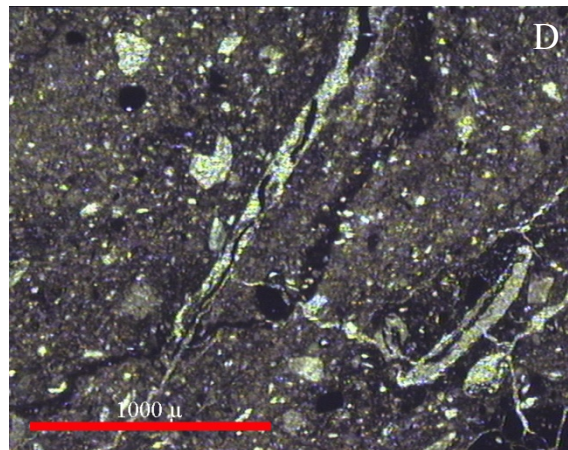
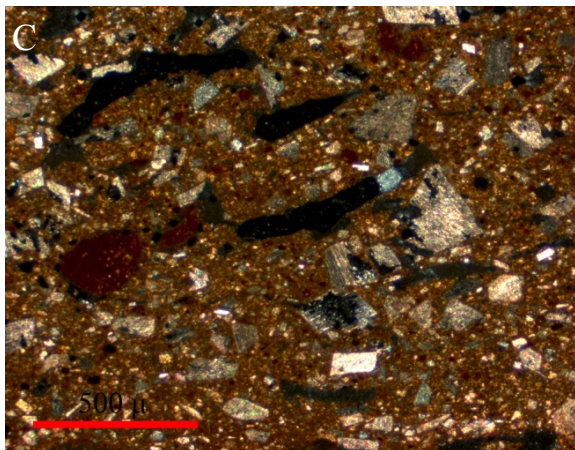
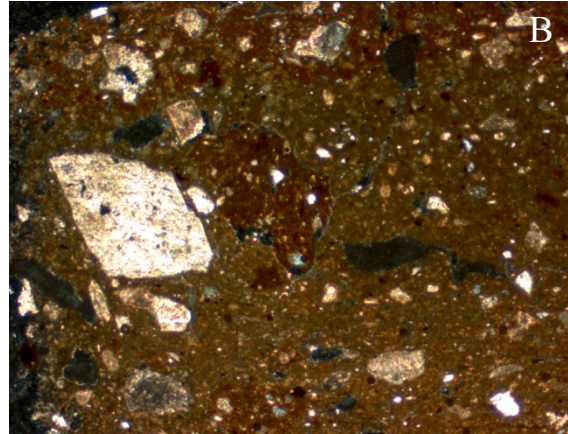
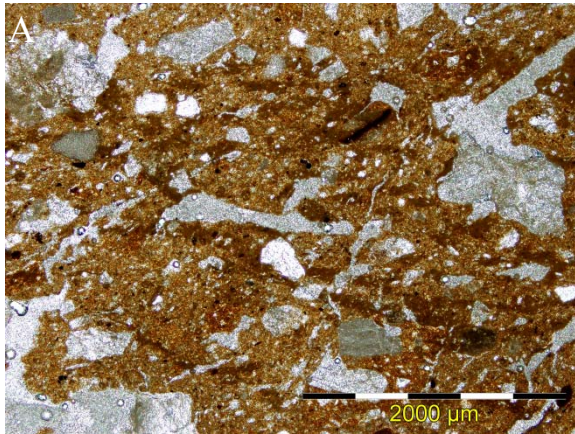


Figura 243. Microfotografías de: A) Lámina delgada mostrando una matriz abigarrada en la pieza SM-138 (PPL). B) Lámina delgada con nicoles cruzados mostrando arcillas de diferente coloración en la pieza SM-140. C) Lámina delgada con nicoles cruzados mostrando nódulos de argilitas en la pieza SM-1125. D) Lámina delgada mostrando una matriz arcillosa abigarrada en la pieza TSB-2/41 (PPL). E y F) Láminas delgadas con nicoles cruzados mostrando foraminíferos en la matriz arcillosa, a la derecha foraminífero bentónico rotárido en la pieza SM-138. G y H) Aspecto con binocular de las pesas de telar del *Turó de les Abelles* donde se intercalan arcillas de distinta coloración.

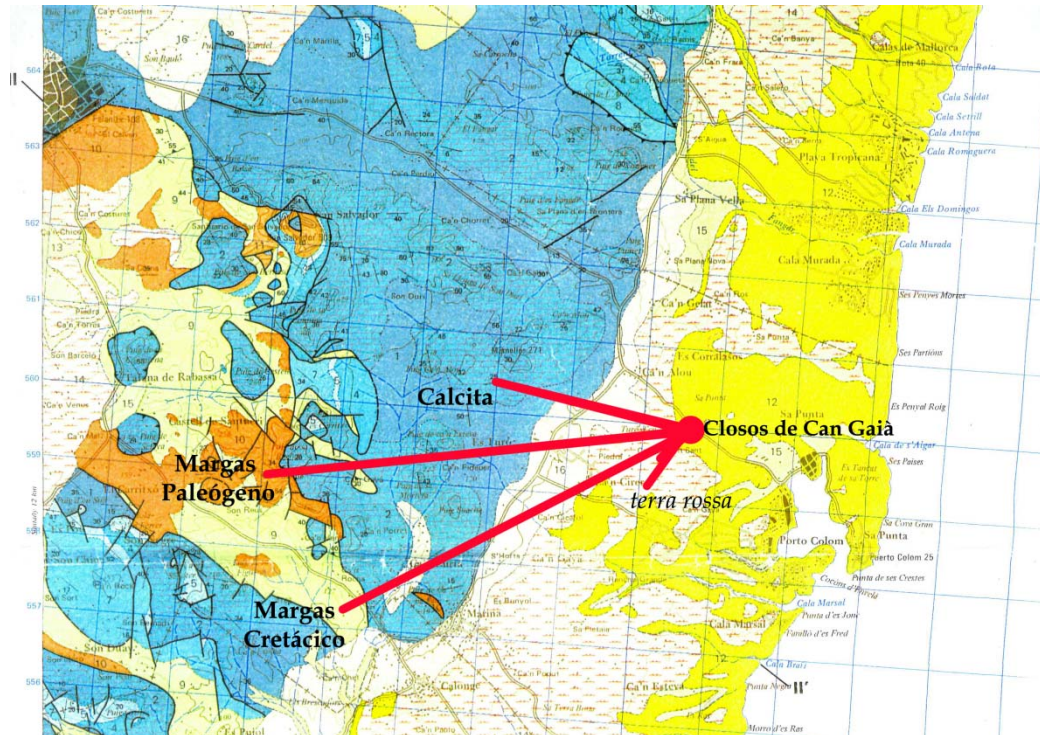


Figura 244. Hipótesis de probables recursos minerales locales explotados en la zona de Porto Colom para confeccionar cerámicas y material de construcción.



Figura 245. Hipótesis de probables recursos minerales locales explotados en la zona de *Santa Ponça* para confeccionar cerámicas.

19. MODELADO DE LA PIEZA: PASTA Y MODELADO.

Introducción.

En este apartado se va a incidir en la múltiple interrelación que se produce entre pastas y modelado. Por un lado, en términos técnicos, el tipo de pasta utilizada para el modelado de la vasija va a condicionar las posibilidades de desarrollo de esta fase de la cadena operativa en la que se construye y se dota de forma a la vasija, influyendo, al menos en parte, en el tipo de producto final obtenido. Por otro lado, algunas de las acciones que se introducen durante el amasado y el modelado van a tener repercusiones en la configuración de la pasta en el producto final. Estas acciones generan una nueva ordenación y configuración de los componentes de la pasta que es consecuencia de la presión derivada de los gestos que realiza el alfarero. Esta nueva configuración de la pasta tendrá consecuencias también en el posterior comportamiento de las piezas, tanto en otras fases del proceso de fabricación, como el secado o la cocción, o en los procesos de uso y mantenimiento de las cerámicas.

19.1. Pasta y modelado.

Los alfareros que realizan cerámica a mano no disponen de herramientas como el torno u otras técnicas mecánicas que permitan controlar con gran precisión aspectos como la simetría o el grosor de las paredes de los recipientes. De este modo, las producciones cerámicas, especialmente las desarrolladas a mano, requieren de un perfil relativamente especializado ya que la mano y el ojo controlan la manipulación de materias primas tradicionales en un intento de producir vasijas con una talla y formas aceptables dentro de una gama de posibilidades limitada. En este proceso se desarrolla una gran interacción entre el alfarero y las cualidades de la pasta que permite que éste conozca las posibilidades de modelado de la misma. De este modo, pueden existir diferencias entre distintos artesanos en lo que respecta a las materias primas utilizadas y a la preparación de las pastas en relación con la técnica de modelado utilizada o la forma, el tipo y el tamaño de las piezas producidas. La utilización de distintas arcillas y desgrasantes afecta potencialmente a la capacidad de modelar una cerámica y, a menudo, la selección del tipo de materia prima utilizada está condicionada por su capacidad para mejorar la manipulación de la pasta.

Por tanto, la maleabilidad y la plasticidad pueden ser parámetros que condicionen algunos rasgos de las pastas cerámicas, como la cantidad de desgrasante que se añade. De esta forma, se considera que, aproximadamente, un 40% en volumen de desgrasante constituye la máxima cantidad que puede añadirse a una arcilla sin que la pasta vea reducida enormemente su maleabilidad y plasticidad y, por tanto, la capacidad de modelado (Krause 1984; West 1992: 75; Longacre 1999).

La maleabilidad es una propiedad que se refiere a la facilidad que presenta una masa plástica a la hora de conferirle una forma determinada mediante la aplicación de energía. La maleabilidad necesaria para modelar una vasija dependerá de la técnica de modelado aplicada. En técnicas donde rulos o anillos de arcilla se unen a mano para formar una vasija es la propia pasta la que debe poder soportar el propio peso de la cerámica. Otro de los factores importantes que intervienen en la maleabilidad de la pasta es su capacidad de deformación sin provocar la ruptura de la pared o de la forma. Hay que destacar que tampoco todas las partes de una misma vasija requieren del mismo grado de plasticidad o de las mismas técnicas de modelado de modo que diferentes accesorios de las vasijas, como bases y asas, pueden presentar una pasta distinta a la del cuerpo (Steponaitis 1984; Van As 1984; Schiffer y Skibo 1987; West 1992; Feathers 2006; García Rosselló 2008: 243; Lull *et al.* 2008: 133).

Como indican muchos de estos autores, la adición de desgrasantes, como la calcita o la materia orgánica, permite un incremento de la fuerza y la presión que se puede efectuar sobre arcillas muy finas sin que esta acción pueda comprometer una deformación de la pieza. Las ventajas de la adición de desgrasantes consisten en la obtención de una pasta más manipulable que expande las posibilidades potenciales respecto al tamaño y las formas que se pueden modelar. En definitiva, las cualidades físicas de las pastas influyen en la capacidad de modelado al estar éstas en relación con variables como la plasticidad, la maleabilidad o la capacidad de sustentación de las paredes. El alfarero está limitado, entonces, en sus gestos durante el modelado por las posibilidades de la pasta así como por el comportamiento de la pieza en las posteriores fases de la cadena operativa. Las cualidades de la pasta van a determinar, en parte, el tiempo necesario para desarrollar el modelado así como la necesidad de realizar distintas sub-fases dentro de este proceso, influyendo en la organización de esta fase de la cadena operativa. Finalmente, la utilización de determinados tipos de pastas puede vincularse con el desarrollo de técnicas de modelado concretas. La textura puede estar condicionada por el medio de modelado, si es a mano o torno, y por el grosor de las paredes de la vasija (Williams 1982).

Antes de modelar la pieza, el alfarero debe mezclar la arcilla, opcionalmente con desgrasante, y amasar la pasta con tal de homogeneizarla. Como se ha indicado, resulta recomendable durante este proceso eliminar las bolsas de aire del interior de la pasta con el objetivo de evitar la formación y la propagación de fracturas durante la cocción. Para ello, durante el amasado y el modelado, no se deben hundir los dedos en la pasta. En cambio, para eliminar las burbujas de aire que puedan aparecer durante esta fase, resulta indicada la aplicación de presión sobre la pasta, ello, permite además la detección de impurezas gruesas que pueden eliminarse a medida que se va amasando la pasta y construyendo la vasija. Este proceso permite obtener una masa más uniforme, libre de bolsas de aire e impurezas y menos porosa, excepto en aquellas pastas ricas en materia vegetal, donde los poros se originan durante la cocción de las piezas (Drake 1972: 15-16, 26; Banning 2005: 167).

19.1.1. Cerámicas.

Los datos obtenidos apuntan, como se ha señalado, que en la mayoría de las piezas se utilizaron arcillas muy plásticas que fueron, posteriormente, más o menos desgrasadas para confeccionar las vasijas. Por un lado, la cantidad de desgrasantes añadidos no supera, por lo general el 30-40%, por lo que las pastas habrían conservado cierto carácter plástico y habrían resultado maleables. Se ha demostrado en varios trabajos como diversas sociedades prefieren utilizar arcillas muy plásticas por ser más fáciles de trabajar y modelar. Esta elección se realiza aunque estas mismas arcillas sean excesivamente plásticas y presenten, por tanto, problemas potenciales derivados del alto estrés que sufren las pastas en otras fases de la cadena operativa, como el proceso de secado y cocción. En estas fases, normalmente, los objetos modelados pierden volumen y se deforman o fracturan si se utilizan arcillas muy plásticas (Schiffer y Skibo 1987; Stark *et al.* 2000; Rice 1987: 53).

A continuación se va a realizar una aproximación a la forma en la que los desgrasantes generalmente añadidos a las pastas documentadas, alteran potencialmente la capacidad de las arcillas utilizadas para el modelado de piezas cerámicas. Ya se ha indicado que, con un amplio consenso, los alfareros preparan las pastas a partir de arcillas muy plásticas donde hay una clara preferencia por añadir calcita cristalina y/o materia orgánica para desgrasarlas.

Estas acciones pueden alterar enormemente la capacidad para el moldeado de las arcillas ya que la adición de estos desgrasantes reduce su plasticidad y proporciona una pasta más maleable y consistente. Por otro lado, se constata la adición muy minoritaria de otros componentes, como cerámicas trituradas o cuarzos, que no van a considerarse. En todo caso, se puede señalar que la chamota no reduce tanto la plasticidad en comparación con materiales como el cuarzo (West 1992: 143), de modo que las pastas con chamota habrían resultado igualmente plásticas. En lo que se refiere al cuarzo éste es un mineral muy duro que actúa como material de relleno disminuyendo enormemente la plasticidad de las pastas. Ello explicaría, en parte, por qué las pastas ricas en cuarzo constatadas presentan una cantidad sensiblemente baja de desgrasante mineral en el análisis de imagen (<5%).

a) Calcita cristalina.

La calcita, al igual que las arcillas calcáreas, aporta iones de calcio a la pasta de modo que éstos actúan como floculante mejorando sensiblemente las propiedades plásticas de ciertas arcillas. El tamaño y la cantidad de desgrasante de este tipo observado en las piezas analizadas permite un amplio margen para el desarrollo de las técnicas de modelado y de múltiples formas cerámicas, de este modo las materias primas utilizadas resultan muy tolerantes respecto a técnicas de fabricación diversas. Finalmente, la adición de este desgrasante favorece el modelado de paredes más finas (Van As 1984; West 1992; Hoard *et al.* 1995; Risch y Gómez Gras 2003; Lull *et al.* 2008: 140).

La introducción de desgrasante mineral a la pasta habría reducido la plasticidad de la misma puesto que éste interrumpe los enlaces existentes entre las partículas de arcilla. Sin embargo, como se ha señalado, la inserción de calcita machacada conlleva el desarrollo de cristales romboidales y prismáticos muy angulosos. Esta morfología, se considera más apropiada que la de otros componentes más redondeados para construir eficientemente las paredes de la vasija y frenar el desarrollo de fracturas, ya que las inclusiones redondeadas no tienen superficies agrestes en la que las partículas puedan adherirse firmemente (Gibson y Woods 1990: 28; Carter 2002). En este sentido, resulta deseable para facilitar el modelado a mano, utilizar abundantes desgrasantes machacados con una morfología angulosa antes que arenas u otras arcillas que presentan, generalmente, partículas más esferoides.

Sin embargo, este tipo de texturas con calcita cristalina y con abundantes desgrasantes muy angulosos resultan poco recomendables para el modelado a torno. Las aristas de los desgrasantes pueden dañar, en combinación con la fuerza centrífuga que caracteriza a esta técnica, las manos del artesano, su principal herramienta dentro del proceso de fabricación. En cambio, en cerámicas modeladas a mano, no cabe esperar este tipo de problemas derivados de la utilización de desgrasantes muy angulosos y de fuerza centrífuga. En el modelado a mano el tamaño de los granos de calcita constatados, de un tamaño inferior a 1.5 mm, puede favorecer la realización de paredes más finas. Si se usa éste tipo de desgrasante disminuye la propensión de la cerámica a generar y propagar fracturas durante el proceso de fabricación, éstas se pueden ir arreglando instantáneamente. En cambio, en pastas gruesas de este tipo, el tiempo de elaboración de la pieza aumenta sensiblemente, especialmente si se emplea únicamente desgrasante mineral ya que éste, incluso si su tamaño es reducido, requiere de un mayor procesamiento de la pasta (McConaughy 1987 en Schiffer y Skibo 1987; Skibo *et al.* 1989; Hoard *et al.* 1995; Sillar y Tite 2000).

b) Materia vegetal.

Por su parte, la adición de desgrasante vegetal se relaciona, tal vez, con la utilización de arcillas muy húmedas así como con la obtención de pastas muy fibrosas y con una mayor consistencia para el modelado. Por un lado, favorece la plasticidad en arcillas poco aptas ya que la presencia de materia orgánica en la propia arcilla durante un tiempo prolongado favorece la aparición de ácido húmico como consecuencia de la acción bacteriana, resultando un gel coloidal potenciador de la plasticidad. Por otro lado, la materia orgánica se puede utilizar con arcillas muy plásticas, permitiendo levantar paredes en mojado debido a su poco peso y proporcionando una textura fibrosa a la pasta. La materia vegetal provee de una estructura que refuerza la pasta reduciendo su encogimiento y evitando roturas en la fase de secado, permitiendo construir las vasijas en una sola fase y, por tanto, con mayor rapidez. De esta forma, se reduce el tiempo destinado a fabricar una vasija, en menos de treinta minutos se puede tener una pieza totalmente modelada y decorada (London 1981, Sestier 2005, Skibo *et al.* 1989; West 1992: 53; Calvo *et al.* 2004: 124; Morales 2005: 192).

19.1.2. Material de construcción y otros materiales no cerámicos.

Los materiales de construcción constatados no requieren de una fase de modelado tan compleja como la de las cerámicas para poder ejercer su función. De esta forma, los barros de impermeabilización de cubierta se aplican directamente sobre la estructura mientras los adobes deben su forma a moldes con unas medidas determinadas en los que se compacta el barro. En todo caso, las necesidades relacionadas con la plasticidad y la maleabilidad de la pasta son completamente diferentes en comparación con las cerámicas. A diferencia de las vasijas, donde se ha constatado la utilización de materias primas muy plásticas, en los materiales de construcción resulta poco recomendable la utilización de sedimentos muy plásticos y absorbentes. Es preferible la utilización de tierras con un bajo contenido en arcilla y más ricas en carbonatos o materia orgánica, especialmente de cara a dotar de estabilidad a las estructuras en caso de producirse corrimientos de tierra, seísmos, etc. (Morales *et al.* 1986; Morales 2005: 193).

Las materias primas constatadas a tal efecto en el área de *Santa Ponça* remiten a la utilización de calizas margosas que se caracterizan por una escasa plasticidad directamente relacionada con una baja cantidad de minerales de la arcilla (<30%), pero que cumplen a la perfección la función para la que fueron seleccionados. Los análisis de plasticidad realizados experimentalmente sobre sedimentos de este tipo (García Rosselló y Albero 2008; Albero y García Rosselló 2010) procedentes de este territorio, como los de *Cala Vinyes*, demostraron que éstos tienen escasa plasticidad ya que no se podía modelar un *columbin* con ellos. En definitiva, se puede señalar que existen, en las zonas estudiadas, diferencias importantes en el proceso de modelado de los artefactos en relación con las materias primas utilizadas y la función de los mismos (Albero y García Amengual 2009).

El caso del material de cubierta del Navetiforme 1 de *Closos de Can Gaià* es diferente. En este caso se han utilizado, probablemente por su proximidad al yacimiento, arcillas rojas que, como se ha comentado, podrían ser aptas para modelar cerámica pero, en cambio, inadecuadas para utilizarlas directamente como material de construcción. Como se ha observado, la estrategia en este caso consistió en desgrasar las arcillas con materia vegetal para reducir sensiblemente su plasticidad, maleabilidad y encogimiento.

Finalmente, hay que señalar que las pesas de telar TSB-4/43 y TSB-8/33 han mostrado una composición mineralógica y química muy parecida a la de las arcillas del Paleógeno, con una cantidad considerable de minerales de la arcilla y, por tanto, con una buena plasticidad. Estas pesas, al igual que otras constatadas en otros estudios (Starnini y Szakmány 2009), se caracterizan por presentar una pasta con un alto grado de compacidad y escasa porosidad, lo que favorece una mayor concentración de peso en un espacio menor, beneficiando su función de tensores. Además, se ha observado que todas las pesas del yacimiento responden a unas características morfológicas y métricas¹⁴⁸ bien establecidas lo que evidencia un producto relativamente estandarizado y con una forma característica (Fig. 246) que requiere de una materia prima con un mínimo de consistencia y plasticidad para ser fabricado siguiendo los cánones establecidos.

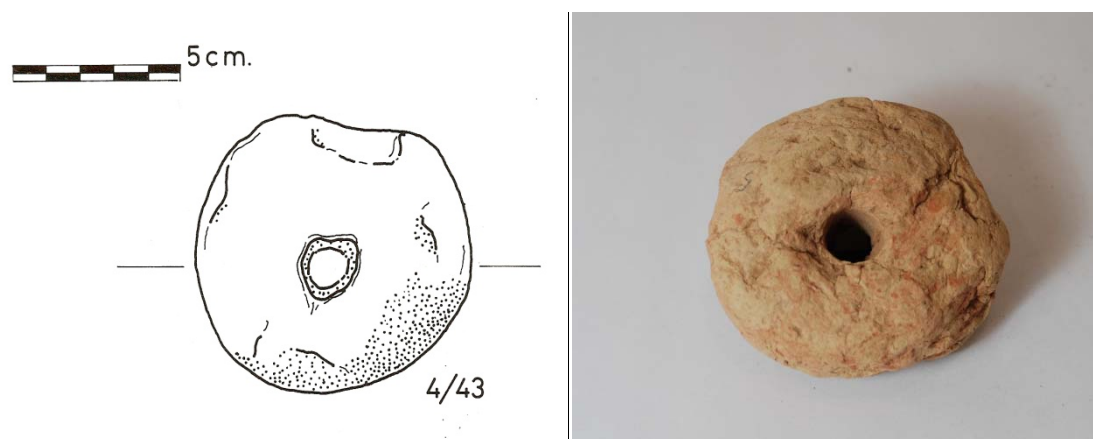


Figura 246. Dibujo de la pesa de telar TSB-4/43 con una morfología lenticular (Camps y Vallespir 1998) y fotografía de la misma pesa (Foto: J. García Rosselló).

¹⁴⁸ El diámetro de las siete pesas lenticulares halladas en el yacimiento del *Turó de les Abelles* se sitúa entre los 8.4 y los 9.8 cm de diámetro, la altura o grosor de las pesas está entre 4.6 y 5.9 cm y la perforación central presenta un diámetro entre 1 y 1.7 cm.

19.2. Estudio de las técnicas de modelado a través del análisis óptico de la pasta.

Algunas de las técnicas utilizadas en el análisis de las pastas cerámicas estudiadas nos aproximan también a algunas de las acciones que realiza el artesano para modelar la pieza. Al mismo tiempo, estos análisis permiten observar las consecuencias que tienen estas mismas acciones en la ordenación de la pasta y, por tanto, en las cualidades del producto final. Los estudios de las técnicas de modelado mediante métodos como la lupa binocular, el microscopio petrográfico¹⁴⁹ o la radiografía de rayos X (Carr 1993; Berg 2008; Greene y Hartley 2009) han tenido un impacto irregular y una menor incidencia que los estudios de procedencia y de la tecnología (Martineau 2001). Ello se debe, principalmente, a que los análisis macroscópicos suelen ser mucho más asequibles y fructíferos a la hora de abordar esta fase de la cadena operativa (García Rosselló 2007b, 2008 y 2010; Wynveldt 2008).

Ello condiciona que, salvo raras excepciones (Morzadec 1993), haya existido un escaso desarrollo, dentro de la bibliografía arqueométrica, de esta fase de la cadena operativa como un objetivo relevante dentro de las investigaciones. Sin embargo, las observaciones microscópicas que se realizan de la pasta con métodos ópticos como el binocular o el microscopio petrográfico pueden proporcionar algunos indicios que permitan establecer hipótesis acerca de las técnicas de modelado utilizadas en la confección de cerámicas. También permiten valorar qué consecuencias conllevan la aplicación de estas mismas técnicas en las cualidades del producto final. Si bien el análisis macroscópico de las trazas de superficie derivadas del modelado resulta mucho más efectivo, a menudo, estas trazas pueden quedar ocultas por los tratamientos de superficie aplicados (García Rosselló 2008 y 2010). Por ello, en todo caso, este tipo de aproximaciones desde el estudio de las pastas pueden resultar también interesantes.

¹⁴⁹ Una aplicación exhaustiva de esta técnica con la finalidad de identificar trazas microscópicas de modelado en registros cerámicos a mano se puede consultar en Morzadec (1993). Su estudio hace referencia tanto a la construcción de las paredes de la vasija como a la adhesión de otros elementos como elementos de prensión o elementos plásticos decorativos en base a la orientación de las fracturas, la matriz arcillosa y los desgrasantes observados en lámina delgada y en la sección cerámica. También existen otros estudios de este tipo aplicados tanto en cerámica a torno (Courty y Roux 1995; Roux y Courty 1998; Courty y Roux 1999) como a mano (Capel y Delgado 1978; Capel *et al.* 1982; Capel *et al.* 1995).

En este sentido, resulta importante consignar las trazas de modelado que quedan en la superficie de la cerámica (Fig. 249a) pero también hay que considerar las posibles trazas ocultas que se manifiestan sólo en la sección. Sin embargo, somos conscientes de que las escasas observaciones realizadas aquí no resultan válidas para abordar en profundidad la significación, dentro de la producción de cerámica, de las técnicas de modelado utilizadas. Sin embargo, la complejidad de este proceso y su importancia dentro de la confección de cerámicas exige, siempre que sea posible, de la combinación de ambos tipos de estudios, macroscópicos y microscópicos. Aportar cierta información, aunque sea limitada, puede resultar interesante para complementar y validar el estudio de macro-trazas cerámicas y, al mismo tiempo, aproximarnos a la significación técnica de las acciones de modelado ejecutadas (Martineau 2001).

El estudio de óptico de las trazas de modelado se basa en la observación de la sección, donde las juntas de los *columbines* pueden ser claramente visibles a partir de fracturas características. En este sentido, pueden existir distintos tipos de juntas, por ejemplo en diagonal o en V invertida (Fig. 247 y 248b). Otra forma de identificar acciones derivadas del modelado es a partir de la orientación de los desgrasantes y los poros de la pasta. También la consignación de la morfología y el grosor de los desgrasantes de las superficies, proporciona un indicio de técnicas como el golpeado (Gibson y Woods 1990: 20, 39-40, 259; West 1992; Capel *et al.* 1995; Morzadec 1993; Martineau 2001; Gregor y Cambal 2009).

19.2.1. Observación de las fracturas.

Se ha podido identificar en dos láminas delgadas (SM-468; SM-1125) la presencia de fracturas continuas que atraviesan perpendicularmente la pared de la muestra (Fig. 248). Estas fracturas parecen relacionarse con los puntos de unión de dos rulos de arcilla que no se habían adherido adecuadamente durante el modelado por una excesiva presencia de agua en el momento de su adhesión y, por tanto, se han separado ligeramente durante la fase de secado de la arcilla. Su presencia evidencia que la pieza se fabricó con la técnica de superposición de anillos¹⁵⁰. En estas muestras, la orientación de los desgrasantes, paralela a lo largo del recorrido fracturas de los rulos, constituye un indicador de la presión que se ejerció al unir dos masas de arcilla diferentes.

¹⁵⁰ La técnica de rulos como método generalizado de modelado está bien constatada en la amplia mayoría de cerámicas procedente de los yacimientos estudiados (García Rosselló 2010 y c. p.).

Este tipo de trazas de modelado, asociadas a fracturas o grietas causadas por la tensión de los rulos de las piezas pueden resultar indicativas de que una forma o tipo no se adapta bien a una determinada pasta, puesto que ésta no es todo lo plástica que debería ser para posibilitar su confección sin que surjan problemas (Van As 1984; Gibson y Woods 1990: 20-21, 36, 189; Morzadec 1993: 18-33; Capel *et al.* 1995).

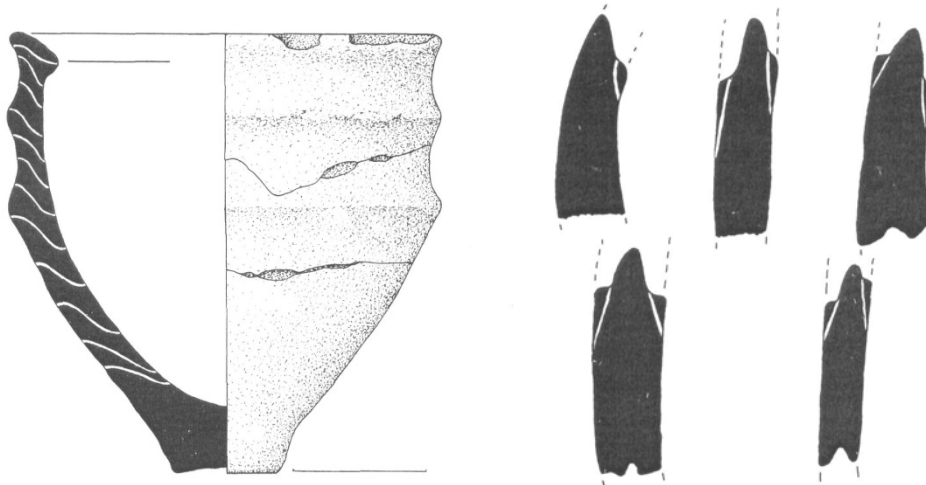


Figura 247. Sección de una cerámica mostrando los distintos anillos de arcilla que configuran la pared de la vasija y distintos tipos de juntas entre anillos (Fuente: Gibson y Woods 1990).

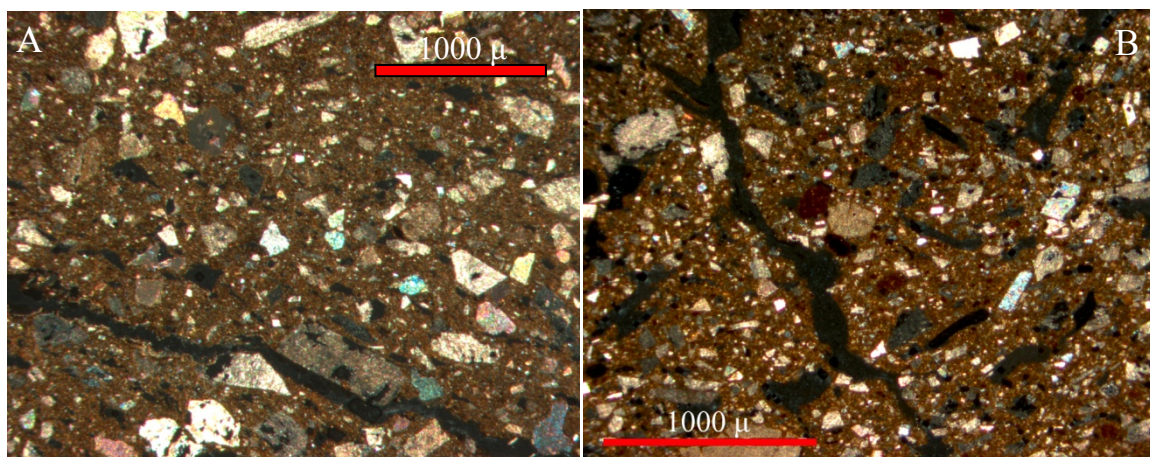


Figura 248. Microfotografías de láminas delgadas con nicoles cruzados mostrando fracturas perpendiculares a la pared de las piezas donde los desgrasantes están orientados de forma paralela a la fractura originada en las piezas SM-468 (A) y SM-1125 (B).

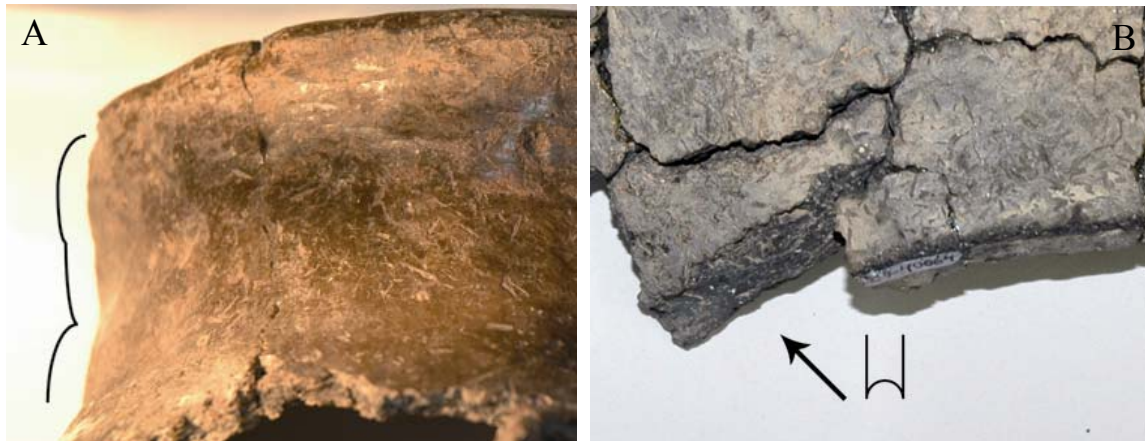


Figura 249. Fotografías señalando macro-trazas en cerámicas postalayóticas de *Son Ferrer*. A) Mostrando los distintos anillos de arcilla que conforman un borde B) Junta ahuecada de un rulo en forma de V invertida (Fotografías: J. García Rosselló).

19.2.2. Estudio de la orientación de los poros y los desgrasantes.

Las técnicas de modelado aplican cierta fuerza y presión sobre las partículas de arcilla, los poros y los desgrasantes presentes en la pasta. Acciones como el presionado de la arcilla provocan la orientación de estos elementos de manera que sus ejes se alinean perpendicularmente a la dirección de las fuerzas aplicadas sobre ellos. Especialmente, se puede identificar este proceso de fuerzas a través del estudio de los desgrasantes y los poros. Este tipo de ordenación perpendicular es más susceptible de manifestarse cuando la aplicación de presión se produce sobre partículas que no son equi-dimensionales o redondeadas. Esta acción será más evidente cuando haya partículas de morfología alargada ya que la forma laminar o prismática de determinados componentes favorece la aplicación de fuerza sobre una mayor superficie del desgrasante.

Observando la dirección en la que están orientadas las inclusiones en la superficie y en la sección, especialmente las que tienen forma alargada o prismática, se pueden obtener evidencias de la dirección y la intensidad de la fuerza aplicada durante el proceso de modelado. Esta presión y ordenación diferencial de los componentes de la pasta se relaciona también con la compactación de la arcilla. Esta compactación resultará tanto a partir del modelado con rollos como con placas al aplastar las superficies de las paredes, también por la presión ejercida al estirar o urdir la pieza o al juntar un rulo con otro (Fig. 252). En la técnica de rulos los desgrasantes se suelen ordenar alineados con sus ejes en posición horizontal y en paralelo con el borde y la base de la vasija.

En definitiva, la orientación paralela a las superficies de la cerámica de los desgrasantes y los poros, observada en algunas láminas delgadas y secciones, constituye un claro indicador de esta técnica de manufactura y del grado de presión que se realizó al modelar y unir los rulos de arcilla. Determinar la intensidad de esta acción es muy importante puesto que tiene claras implicaciones tanto en el ámbito funcional como para la supervivencia de la vasija durante las fases de secado y cocción (Capel y Delgado 1978; Hill 1984; Woods 1985; Gibson y Woods 1990: 210-213; West 1992; Velde y Druc 1999: 159-161; Espí Pérez 2000; Cau *et al.* 2004; Riederer 2004; De la Fuente *et al.* 2005; Berg 2008; Peterson 2009).

Según se ha podido observar, la alineación diferencial de los desgrasantes, perpendicular a la dirección a la que se ha aplicado la presión (Fig. 250), se constata especialmente en las piezas desgrasadas con abundante calcita cristalina (Tablas 19-22). Este fenómeno no sucede cuando los anti-plásticos son redondeados, como en el caso de las arenas o las calcarenitas. Como se ha señalado, el machacado de calcita cristalina proporciona abundantes desgrasantes de forma prismática que se ordenan paralelamente a las superficies de las vasijas lo que remite a la utilización, al menos en algunas vasijas, de la técnica de rulos para el modelado. La combinación de estas dos acciones, machacado del desgrasante y presión al modelar, favorecen el desarrollo de partículas con una forma determinada y una ordenación particular, proporcionando una pasta característica a la pieza que se traduce en términos de cualidades técnicas. Como se verá a continuación, este tipo de pastas tienen un comportamiento diferencial durante el secado, favoreciendo un encogimiento localizado en el plano transversal de la pared de la pieza y no en el longitudinal. La utilización de pastas ricas en este desgrasante implica, por tanto, la consecución de unas paredes más finas en el modelado y más resistentes frente a la propagación de fracturas durante la fase de secado, cocción y uso (Schiffer y Skibo 1987; West 1992).

Esta orientación de los granos, así como los efectos técnicos derivados, resulta especialmente significativa en aquellas piezas que poseen una mayor cantidad de calcita cristalina. Es decir, en las piezas del Petrogrupo 1 o las que conforman los Grupos Texturales A y D, caracterizados por una alta cantidad de desgrasante mineral, normalmente calcita cristalina, de tamaño medio/grueso. A pesar de tener connotaciones técnicas más limitadas, el resto de piezas que han presentado una menor cantidad de calcita cristalina y de tipo más fino también han experimentado cierta orientación de los desgrasantes.

En este sentido, se hace referencia a aquellas piezas que han presentado este desgrasante dentro del Petrogrupo 2 y otras petrofábricas aisladas. A nivel textural, este tipo de ordenaciones se asocian al Grupo Textural C2, C3 y B. En total se ha podido constatar esta orientación preferencial de los desgrasantes por la presión del modelado en un 40% del registro analizado. Lo que representa 2/3 del registro que contiene calcita cristalina en su composición. Todo ello evidencia que, especialmente en aquellas piezas que poseen una cantidad alta de calcita cristalina, las pastas fueron intensamente presionadas desde sus superficies con la consecuente eliminación de posibles bolsas de aire que pudieran quedar en la pasta y la obtención de paredes más finas. Al compactarse la pasta y orientarse los desgrasantes se habría favorecido la eliminación de estas bolsas de aire que resultan muy perjudiciales durante la cocción de la pieza.

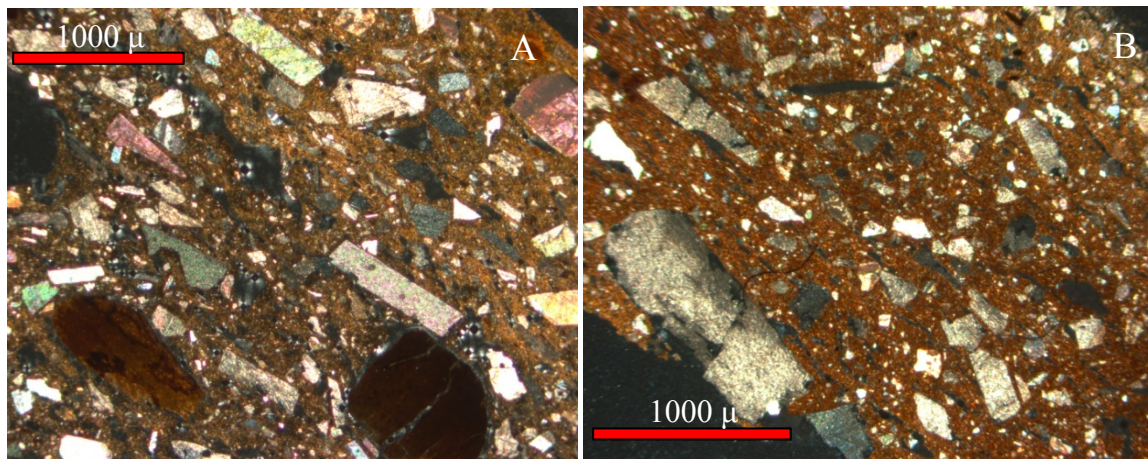


Figura 250. Microfotografías de láminas delgadas con nicols cruzados mostrando la orientación de los anti-plásticos ordenados de forma paralela a las superficies de la cerámica como consecuencia de la presión ejercida por los alfareros durante el modelado A) SM-473, B) SM-468.

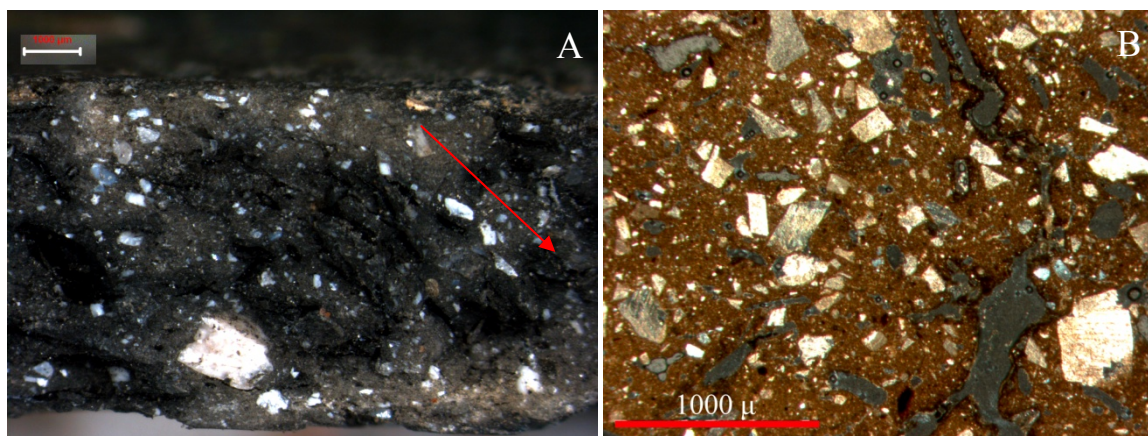


Figura 251. Microfotografías de A) pieza TSF-467 observada con binocular mostrando la junta de dos anillos donde se puede observar la orientación diferencial de los desgrasantes minerales y vegetales en el punto de unión. B) Pieza SM-971 en lámina delgada con nicols cruzados mostrando una fractura perpendicular a las paredes de la pieza relacionada con el punto de unión de dos *columbines* de arcilla.

20. PROCESO DE SECADO DE LAS PIEZAS CERÁMICAS

20.1. Aproximación teórica a la fase de secado.

Ya se ha señalado anteriormente la necesidad de añadir agua para que la pasta se hidrate y sea maleable, de esta manera, la pieza puede modelarse y construirse. La cantidad de agua de absorción para una arcilla modelable suele estar entre el 15 y el 50% de su peso. De esta forma, el agua, ya sea de naturaleza dulce o salina, que utiliza el alfarero para el modelado aporta en proporciones muy pequeñas ciertos elementos foráneos a la pasta, produciendo una alteración de la composición química de la pasta. Un claro ejemplo lo constituye el uso de agua de mar que tiene un alto contenido en cloruros que quedan en la pasta una vez el agua se ha evaporado (Echalier 1984: 9; Morales 2005: 64; Potter *et al.* 2005: 171).

Una vez hidratada la pasta y modelada la pieza, la evaporación del agua de absorbida debe ser relativamente lenta, uniforme y gradual para tratar de reducir al máximo un estrés diferencial en las diferentes partes que conforman la pieza. Hay que considerar que la cerámica no se seca al mismo ritmo en sus distintas partes ya que las paredes más finas se secarán más rápida y fácilmente que las gruesas. El tiempo de secado necesario para una cerámica puede variar entre varios días o incluso semanas dependiendo de las cualidades de la arcilla utilizada, el grosor de las paredes y la forma en la que se ha preparado la pasta. Las principales variables que intervienen en este proceso de deshidratación son la superficie expuesta a la intemperie así como la temperatura, la humedad y el ambiente de secado, que puede ser abierto o cerrado. De todas maneras, el factor que más afecta a la conducta de la pasta durante la deshidratación es el tipo y la cantidad de minerales de la arcilla que posee la materia prima, aunque la disposición de los poros también es un factor a tener en cuenta. En definitiva, una aproximación tecnológica al proceso de deshidratación resulta importante, puesto que el secado de las vasijas pudo constituir, especialmente en ambientes húmedos o cuando se utilizan arcillas muy absorbentes como las del Paleógeno, uno de los principales temas a solventar dentro del proceso de manufactura (Cuomo Di Caprio 1984: 43; Van der Leeuw 1984; Gibson y Woods 1990: 45, 143; Djordjevic 2003; Banning 2005: 176; Morales 2005: 65, 271).

Durante este proceso, que puede durar varios días, la cerámica experimentará una disminución de volumen y peso cercana al 20%, siendo especialmente notable en la primera fase de secado (*Constant rate period*). En la fase de secado constante, se produce la pérdida de agua capilar que se evapora de la arcilla a temperatura ambiente provocando un progresivo encogimiento de la pasta ya que ésta se sitúa separando las partículas de los minerales de la arcilla. A medida que se va eliminando, la pieza se encoge y se produce el contacto entre las partículas de arcilla que van dejando ciertos poros en la matriz allí donde se situaba el agua. El final de este proceso se conoce como “punto crítico”, la pasta está ya rígida y en estado de textura de cuero. La velocidad de secado está determinada por multitud de factores: la temperatura y la humedad ambiente, el contenido en agua de la pasta, el tamaño de los poros, la velocidad de contracción y la presión del vapor generado y del aire. Hay que señalar que, tras esta fase, todavía no se ha eliminado toda el agua de absorción, parte de ella queda en la pieza como “humedad contenida” (Rice 1987: 64; Khalfi y Blanchart 1999; Carter 2003; Morales 2005: 67).

Una vez estabilizado el peso de la pieza se ha eliminado la mayor parte del agua que formaba parte de la misma. Sin embargo, todavía queda cierta cantidad en función del grado de humedad presente en la atmósfera. Así pues, el próximo tipo de agua que se evapora de la pasta es el agua de porosidad interna que ha quedado atrapada formando microporos entre las partículas de la arcilla tras el encogimiento de la pasta. Durante esta segunda fase de secado (*Falling rate period*), el ritmo de secado está determinado por la capacidad de migración del agua a través de los poros hacia las superficies de la vasija, por lo que la pieza se deshidrata más lentamente (Rice 1987: 65; Gibson y Woods 1990: 45; Morales 2005: 65).

En esta parte de la fase de secado resulta, por tanto, beneficioso que la pieza posea cierta porosidad. Algunos estudios de cerámica prehistórica señalan que una de las finalidades de los desgrasantes es, precisamente, proporcionar un cuerpo más poroso y abierto que permita la evaporación de sustancias volátiles durante el secado y las primeras fases de la cocción sin causar fracturas y desconchados (Gibson y Woods 1990: 27).

Este aspecto puede ser relevante para la producción cerámica, donde es aconsejable una pérdida gradual del agua para minimizar grandes cargas de estrés sobre los componentes de la pasta. Las fracturas que se originan durante el proceso de secado y cocción ocurren como consecuencia del estrés que se produce al evaporarse más rápido el agua en las superficies que en el interior del cuerpo cerámico. La presencia abundante de materia no plástica desarrolla una textura más abierta, favoreciendo el secado en la segunda fase. Facilita la evaporación del agua al inicio de la cocción reduciendo, por tanto, el estrés que se produce por la dilatación y la contracción de los minerales de la arcilla. Este proceso evita la aparición de fracturas importantes, algo que es usual, como se ha comprobado experimentalmente con las arcillas, especialmente en pastas muy plásticas. En definitiva, las pastas muy plásticas son propensas a generar un encogimiento sustancial por lo que es recomendable añadirles desgrasantes (Rice 1987: 65-67; Khalfi y Blanchart 1999; Martineau *et al.* 2007; Livingstone 2007:18-19).

Al finalizar el proceso de secado, y antes de la cocción, la pasta tiene una estructura más o menos macroporosa y microporosa como consecuencia de la evaporación del agua de la estructura laminar de la arcilla. De todas formas, no toda el agua de absorción se elimina al 100% y parte de ella queda almacenada en el interior de la pasta dando lugar, tras su posterior evaporación durante la cocción, a la presencia de más micro-poros (González 2005; Echalié 1984: 8-9; Worrall 1975: 147-148).

20.2. Aproximación experimental a la fase de secado.

Tras esta breve aproximación teórica al proceso de secado de las pastas cerámicas se van a exponer algunos de los resultados obtenidos experimentalmente en relación con esta fase de la cadena operativa. Los datos obtenidos hacen referencia al comportamiento de algunas de las materias primas y las pastas más comunes detectadas en ciertos periodos de la prehistoria de las Islas Baleares así como en las cerámicas arqueológicas analizadas en este estudio. Se ha optado, por tanto, realizar una comparación formal del comportamiento de diferentes tipos de arcillas, tal y como se extraen de las vetas, y el de pastas con distintos desgrasantes, como la calcita o la materia vegetal, que pueden alterar potencialmente las cualidades y las conductas de estas arcillas.

El ritmo constante de secado de una pasta puede observarse a través de un gráfico que contemple las variables, tiempo y porcentaje de peso perdido a medida que ésta se seca a temperatura ambiente (Schiffer y Skibo 1987; Carter 2002). Para evaluar la ratio de secado de las pastas más comunes constatadas en el registro analizado se han registrado ambas variables. Para ello, distintas muestras de arcillas y pastas experimentales se han hidratado hasta tener plasticidad y, posteriormente, se han secado en una habitación cerrada (Albero 2010). Los resultados obtenidos experimentalmente están en consonancia con lo señalado por Rice (1987). Todas las muestras presentaron una mayor pérdida de peso en la primera fase de secado, cuando se elimina una cantidad superior a 3/5 partes del agua presente en la muestra.

20.2.1. Secado experimental de las arcillas.

Ya se ha señalado que uno de los parámetros que afectan al comportamiento de secado de las piezas es el tipo de arcilla utilizada en la confección de las vasijas. En este sentido, se han comparado los dos tipos de depósitos arcillosos más comunes en Mallorca que suelen utilizarse en la confección de cerámicas. La comparación (Fig. 252) se ha realizado a partir de muestras experimentales¹⁵¹ utilizando materias primas locales. Por un lado, se utilizó la arcilla margosa del Paleógeno bien asociada al Grupo de Referencia SM-A1. Por otro lado, se han realizado otras muestras con arcillas de descalcificación procedentes de depósitos del Pleistoceno de la albufera de Magalluf en *Santa Ponça* y depósitos del Holoceno del núcleo alfarero de *Pòrtol* (Marratxí).

La arcilla de *Pòrtol* y la de Magalluf llegaron al estado de textura de cuero en un corto periodo de tiempo, a las 105 horas, en comparación con la del *Comellar de sa Terra des Gerrers* que requirió de 150 horas, es decir cerca de un 50% de tiempo más para secarse. Las diferencias durante la fase de secado entre los distintos tipos de muestras son pronunciadas. Por un lado, la muestra de arcilla roja de *Pòrtol* mostró un comportamiento singular, a pesar de que la cantidad de agua absorbida por gramo de arcilla, de 27.4% (Albero y Puerta 2009), fue superior a la de la arcilla del Paleógeno la reducción de peso y volumen durante el secado fue notablemente menor (17.1%).

¹⁵¹ Se optó por realizar una base en bruto con la arcilla a la que simplemente se le aplicó un machacado suave con la finalidad de facilitar su hidratación. Este experimento, se realizó hidratando las muestras hasta su límite plástico y secándolas en una habitación cerrada a temperatura ambiente. Finalmente, se procedió a deshidratar las muestras a 110 °C durante dos horas. Este procedimiento, permitió eliminar toda el agua de absorción contenida en la pieza y, por tanto, conocer con exactitud el peso de la muestra en seco y la cantidad de agua de porosidad contenida en la muestra (Albero y Puerta 2009).

En la segunda fase de secado se mantienen las diferencias entre las muestras. Por un lado, la muestra de *Pòrtol* evidencia como la escasa cantidad de agua pérdida en la primera fase de secado se relaciona con una alta capacidad de generar agua de porosidad interna (10.3%). Por tanto, una gran cantidad de agua queda acumulada en la cerámica tras alcanzar el punto crítico al final de la primera fase de secado.

En cambio, las muestras del Paleógeno mostraron una reducción de peso del 25.7% al final del proceso de secado, donde la mayor parte del mismo se relacionó con agua de porosidad abierta (19.2%). La pasta del Paleógeno mostró índices más bajos de porosidad interna (6.4%), índices de porosidad interna similares al observado en la arcilla anterior sólo se consiguieron, como veremos a continuación, desgrasando las arcillas del Paleógeno con un 20% de calcita machacada y añadida. Sin embargo, estas arcillas son las que perdieron una mayor cantidad de agua en la primera fase de secado lo que habría implicado, en caso de utilizarse esta arcilla sin desgrasar, una mayor pérdida de volumen y peso de las piezas ocasionando posibles deformaciones al menos de aquellas piezas más grandes y esbeltas.

Por otro lado, mientras el comportamiento observado en la arcilla roja de *Pòrtol* se relaciona con una pasta con abundantes microporos, la arcilla roja del Pleistoceno de Magalluf ha proporcionado una escasa capacidad para crear una red de microporos en su interior, probablemente ligada a una escasa capacidad de absorción de agua que se ha comprobado en capítulos anteriores. Estas características podrían ser la causa que explique por qué las plaquetas experimentales realizadas con éstas últimas arcillas se fracturaron en la fase de secado.

En definitiva, se puede señalar que existen diferencias entre las distintas arcillas relacionadas con su capacidad para crear microporos en su micro-estructura y con la reducción de volumen y peso en esta fase. Los resultados obtenidos de las arcillas son muy dispares, dependiendo, al parecer, de la composición mineralógica y textural de los distintos sedimentos. Podemos asegurar que, en comparación con una arcilla margosa, la utilización de *terra rossa* de calidad, muy fina, rica en minerales de la arcilla y sin carbonatos, puede favorecer un secado más rápido de las piezas y proporcionar un alto grado de porosidad interna a la pasta. Todo ello evidencia que las piezas calcáreas sin desgrasar confeccionadas con arcillas muy finas y absorbentes habrían mostrado un comportamiento de secado diferencial respecto a aquellas piezas *border calcareous* que se han asociado a la utilización de depósitos de *terra rossa*.

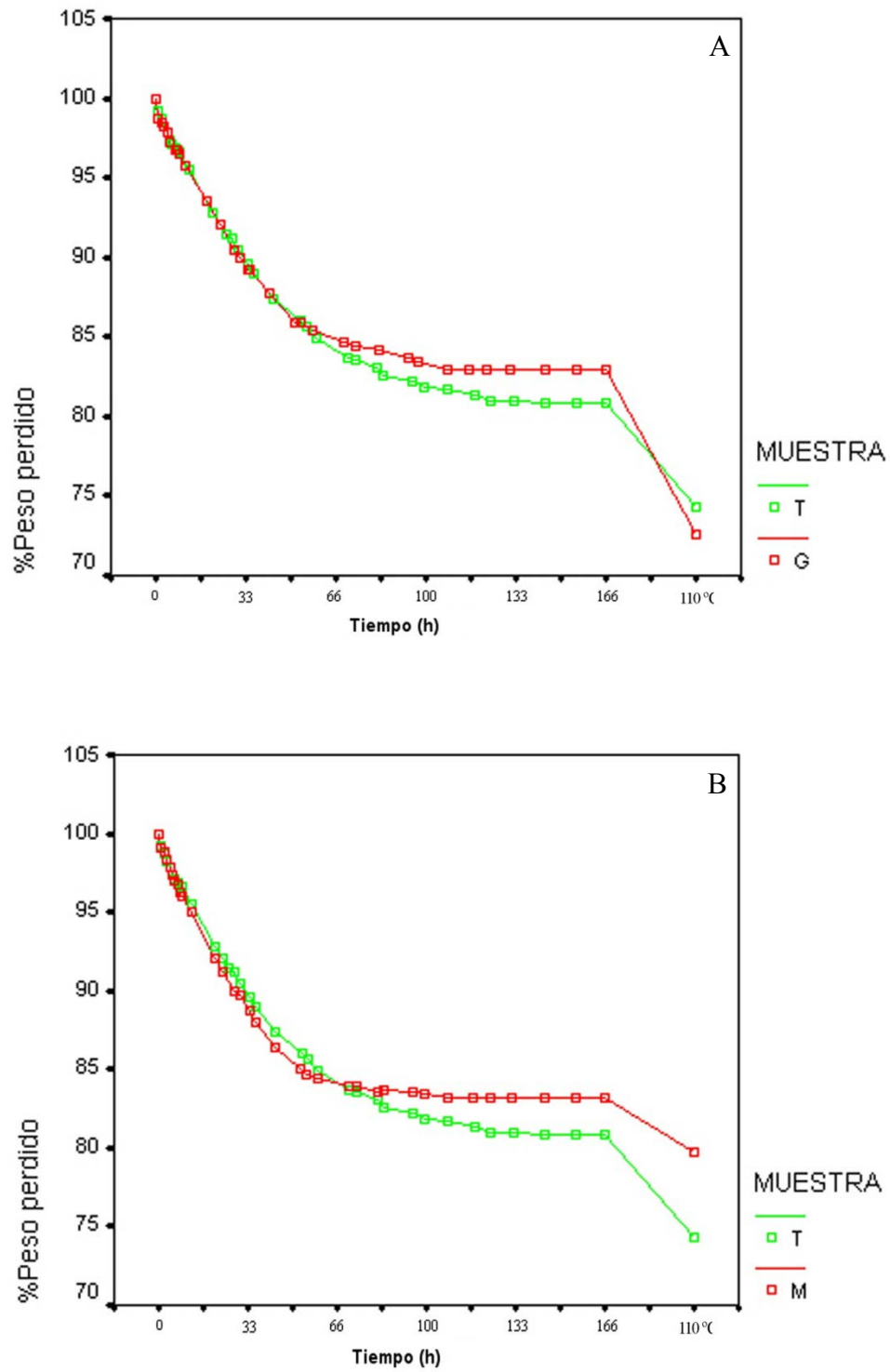


Figura 252. Gráficos mostrando las curvas de secado de: A) Arcilla del Paleógeno (T) frente a la terra rossa de Pòrtol (G). B) Arcilla del Paleógeno (T) frente a la arcilla del Pleistoceno de Magalluf (M).

20.2.2. Secado experimental de pastas.

Además de las cualidades de las distintas arcillas utilizadas en la producción, otro de los factores que afectan al proceso de secado de las cerámicas es la forma que tienen los alfareros de preparar las pastas. La adición de determinados desgrasantes puede favorecer una textura más abierta que altera la conducta de secado de las arcillas en estado natural y sin desgrasar. Para abordar esta cuestión se han realizado muestras experimentales utilizando los desgrasantes y las materias primas de uso más generalizado en la producción de las vasijas analizadas (Fig. 254). Por tanto, se han confeccionado muestras experimentales¹⁵² a partir de la mezcla de calcita cristalina y/o materia vegetal sobre una base de arcilla margosa del Paleógeno procedente del área de *Santa Ponça*. La finalidad de este procedimiento consiste en aproximarnos a las consecuencias tecnológicas que tienen en la pasta las acciones que realizan los alfareros.

a) Pastas con calcita cristalina¹⁵³.

Las muestras desgrasadas únicamente con calcita mostraron un comportamiento singular, a pesar que la cantidad de agua absorbida por gramo de arcilla fue casi idéntica a la de la arcilla en bruto (33 ml/g). Sin embargo, en esta muestra, la reducción de peso fue notablemente menor (15%) que en el resto de pastas y arcillas, lo que lleva a concluir que la presencia de calcita permite reducir la pérdida de peso durante la fase de secado en un 22% respecto de la arcilla en bruto. El descenso en la reducción peso va parejo con una menor pérdida de volumen y con una disminución de la plasticidad, aspecto que resulta beneficioso si se utilizan arcillas excesivamente plásticas, reduciendo el riesgo de fracturas y de deformaciones de las piezas modeladas.

¹⁵² El protocolo experimental utilizado y los resultados obtenidos pueden consultarse en detalle en Alberó (2010).

¹⁵³ Se realizó una muestra añadiendo a la arcilla un 20% de calcita machacada en volumen (20% en peso), procedente de calcita de fractura recogida del entorno del *Puig de Sa Morisca*. Ésta fue previamente molida y tamizada seleccionándose la fracción inferior a 1 mm para la mezcla.

La textura gruesa que proporciona a la pasta la adición de desgrasantes, además de ser ideal para modelar cerámica a mano así como para efectuar cocciones abiertas y rápidas, proporciona un menor encogimiento durante el secado y facilita la deshidratación de las piezas, incluso en estaciones o lugares donde la humedad relativa es alta. Ello permite que la producción se pueda desarrollar durante todo el año (Linares *et al.* 1983; Cuomo Di Caprio 1984: 52; Gibson y Woods 1990: 45, 143).

Algunos experimentos realizados con arenas señalan que el empleo de materia mineral como desgrasante reduce el tiempo de secado de la pasta ya que al reducirse la cantidad de arcilla en la mezcla se reduce también la cantidad de agua necesaria para dar maleabilidad a la pasta (Skibo *et al.* 1989). En nuestro caso se reduce muy levemente la cantidad de agua absorbida por la pasta, además, se puede señalar que la adición de calcita a la pasta no habría permitido alcanzar el estado de textura de cuero en menos tiempo, sino que este estado se consigue transcurrido el mismo tiempo que en la arcilla sin desgrasar.

En la segunda fase de secado, una vez calentada la pasta con calcita a 110 °C, se ha podido comprobar cómo este desgrasante contribuye a aumentar el agua de porosidad interna un 59% respecto a la arcilla en bruto. De este modo, se ha podido observar claramente mediante microscopio petrográfico y SEM como las piezas arqueológicas desgrasadas con calcita cristalina presentan una micro-estructura formada por abundantes microporos (Fig. 253). La presencia abundante de materia no plástica favorece una textura más abierta en la pasta, aspecto que beneficia la migración del agua del interior de la pasta a las superficies. De esta forma, también durante esta segunda fase de secado se reduce el estrés que se produce por la dilatación y la contracción de los minerales de la arcilla como consecuencia de un secado diferencial, evitando así la aparición de fracturas importantes en la pasta, algo usual especialmente en arcillas muy plásticas (Worrall 1975: 147-149; Skibo *et al.* 1989; Martineau *et al.* 2007; Rice 1987; Livingstone-Smith 2007:18-19).

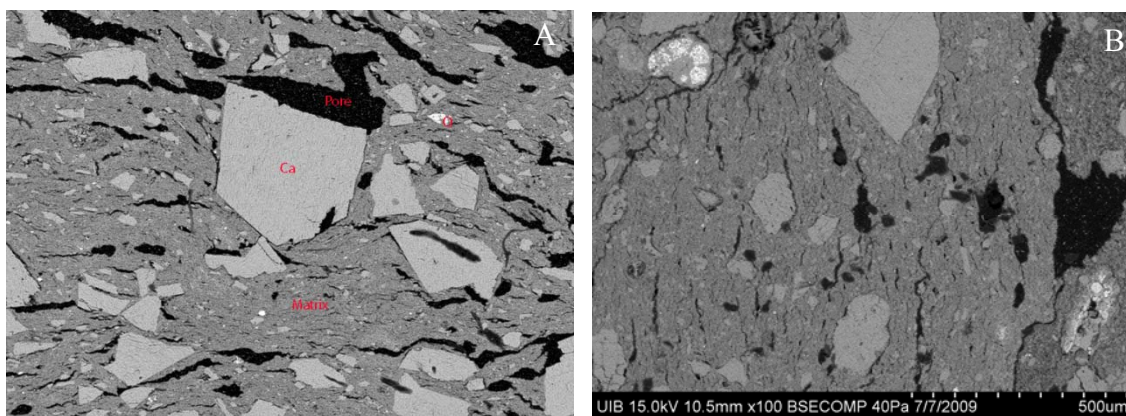


Figura 253. Imágenes obtenidas con SEM mostrando la micro-estructura de piezas ricas en calcita cristalina con abundantes micro-poros en toda la matriz: A) Pieza SM-665 (50x). B) Pieza SM-138.

b) Pastas con desgrasante vegetal¹⁵⁴.

De acuerdo con otros experimentos (Schiffer y Skibo 1987; West 1992), las muestras desgrasadas con vegetal mostraron una mayor reducción de peso (32%) durante la fase de secado, constatándose que la mayor parte del agua se elimina durante la primera fase de secado y proporcionado un alto grado de macro-porosidad (22.3%) a la pasta. La materia orgánica favorece una textura muy abierta donde muchos desgrasantes están en contacto con las superficies de las piezas, favoreciendo la migración del agua que se halla en el cuerpo de la matriz. Esta mayor reducción de peso se asocia directamente a una gran capacidad higroscópica y absorbente de este tipo de pastas (47 ml/g), de forma que se produce una pérdida de peso más acelerada que en el resto de los casos, hasta un 7% más de agua en la misma cantidad de tiempo de secado. Las pastas con abundante materia vegetal presentan un ritmo de pérdida de peso (Fig. 254) muy parecido al de la arcilla en bruto hasta las 65 horas de secado, cuando las diferencias entre ambas se agudizan y la muestra con vegetal continúa mostrando una curva abrupta de secado. La pérdida de peso, tras las 65 horas, se incrementa en un 16% respecto de la muestra en crudo. Esta gran reducción de peso debida a una mayor deshidratación es insuficiente para producir fracturas pero si puede generar deformaciones.

¹⁵⁴ Para la muestra con vegetal, se utilizó la especie *Piptiatherum Miliaceum* de la familia de las *poaceae*. Las plantas se secaron y trituraron en función de lo observado en el registro arqueológico, incorporándose a la mezcla tanto partes blandas como duras de la planta de un tamaño inferior a 0.5 cm, se añadió un 20% de materia en volumen (3% en peso).

De este modo, se ha constatado que la materia vegetal también previene de la aparición de fracturas durante el periodo de secado, reduciendo adecuadamente la capacidad de contracción de la arcilla provocada por la pérdida de agua gracias a la formación de una estructura fibrosa en la pasta. En todo caso, habría resultado menos eficiente que el desgrasante mineral ya que en pastas vegetales suelen ser más usuales las deformaciones de la forma de las piezas. Para evitar este efecto negativo se suele acudir a la fórmula universal, bien constatada en nuestro caso, de pastas ricas en desgrasante vegetal con una cantidad variable de desgrasante mineral (Skibo *et al.* 1989; Sestier 2005).

Por otro lado, hay que señalar que el desgrasante vegetal, al igual que la calcita cristalina, también favorece la consecución de una textura más abierta, generando un alto grado de porosidad interna (48%) ligeramente menor que en las muestras con calcita. En definitiva, se puede concluir en la consecución de una textura muy abierta donde existe un alto índice de macroporos y microporos que favorece la migración del agua hacia la superficie durante el secado y los primeros instantes de la cocción. Coincidiendo con otros estudios podemos señalar que la adición de materia orgánica favorece la resistencia de la pasta respecto a la fase de secado (West 1992: 53).

c) Pastas con desgrasante vegetal y calcita cristalina¹⁵⁵.

Se puede señalar que, en los primeros momentos de la fase de secado, hasta las 115 horas, la muestra desgrasada con ambos desgrasantes presentó un descenso de peso sensiblemente inferior al de la muestra desgrasada con vegetal y ligeramente menor que el de la arcilla en bruto. No obstante, la curva de secado obtenida finalmente (Fig. 254), probablemente debido a la presencia de materia orgánica, resulta bastante parecida a la de la arcilla sin desgrasantes. A partir de las 115 horas, el comportamiento de esta muestra es igual al observado en la arcilla en bruto, al final del proceso ésta ha perdido la misma cantidad de peso o agua que la arcilla sin aditivos. Finalmente, si se utilizan ambos desgrasantes simultáneamente se obtiene una porosidad interna muy parecida a la registrada en la arcilla sin utilizar desgrasantes (6.5%).

¹⁵⁵ Se realizó una muestra con un 10% de ambos desgrasantes.

Estos datos nos remiten a dos aspectos clave, por un lado, los resultados obtenidos para esta muestra sugieren que su comportamiento carece de un sentido técnico en términos de eficiencia y desde un punto de vista conductual en lo que se refiere a su capacidad para reducir la pérdida de peso y crear una pasta con un alto grado de porosidad abierta y/o cerrada. Ello lleva a considerar también que la conjunción de ambos desgrasantes en las pastas anularía algunas de las virtudes que presentan los mismos por separado. Su adición resulta, por tanto, poco factible tecnológicamente en lo que respecta al secado puesto que se consiguen resultados parecidos con las muestras en bruto y se minimiza la creación de una red de microporos en la matriz.

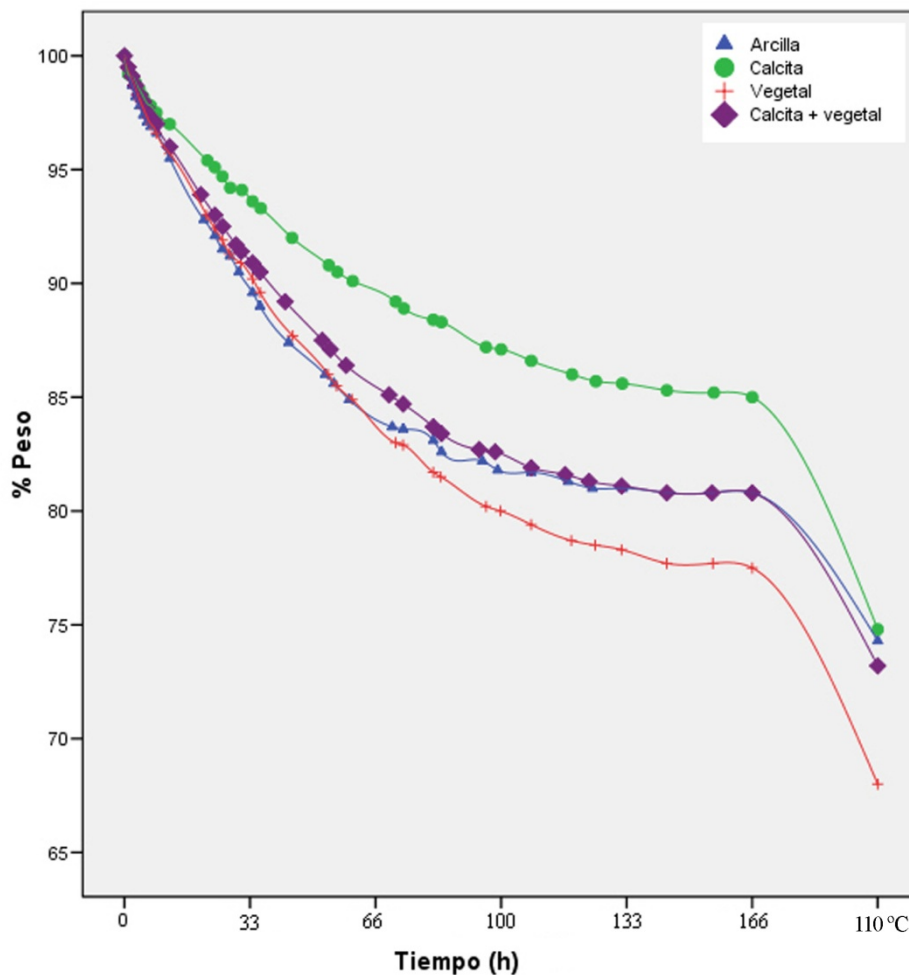


Figura 254. Curvas de secado de las muestras experimentales realizadas con arcilla sin desgrasar, desgrasada con calcita cristalina, materia vegetal y ambos desgrasantes.

20.2.3. Conclusiones.

Al margen de las distintas arcillas, que han mostrado un comportamiento claramente diferencial entre sí, se puede señalar que la utilización de una misma materia prima pero desgrasada con materiales de diferente naturaleza proporciona resultados dispares en la fase de secado de las piezas cerámicas. Si bien todas las muestras mostraron el punto crítico en un lapso parecido de tiempo, inferior a las 150 horas, evidenciando que ninguno de estos dos desgrasantes habría colaborado en un secado más rápido de la pieza, las diferencias durante la fase de secado entre los distintos tipos de pastas confeccionadas son pronunciadas.

Se puede concluir que, en gran medida, la pérdida de peso registrada al final de la fase de secado de las pastas se corresponde con la cantidad de agua absorbida. De esta manera, las piezas que más agua absorben, las que presentan exclusivamente desgrasante vegetal, sufren un encogimiento y una pérdida de peso más acusada durante la fase de secado que aquellas muestras menos absorbentes. Por un lado, se ha documentado que, precisamente estas pastas más absorbentes, son las que experimentan una mayor pérdida de peso, especialmente en la primera fase de secado. Las pastas desgrasadas con calcita cristalina muestran un comportamiento opuesto y, a pesar de ser relativamente absorbentes, se produce una pérdida de peso notablemente inferior en esta fase. Ello beneficia que las vasijas conserven su forma y no se produzcan deformaciones en las piezas modeladas. Este tipo de defectos de la forma habrían resultado, por tanto, más probables en pastas vegetales, especialmente si las piezas no se secan a un mismo ritmo en sus distintas partes.

Por otro lado, en la segunda fase de secado es donde se ha producido la única similitud entre las muestras desgrasadas con calcita y materia vegetal. Ambas clases de desgrasantes han permitido que una alta cantidad de agua de porosidad interna (10%) quede acumulada en la cerámica tras alcanzar el punto crítico y al finalizar la primera fase de secado. Esta cantidad de porosidad interna, supera el porcentaje de entre 3-5% necesario para abordar una cocción rápida de los materiales sin demasiados riesgos. En algunos estudios de cerámica prehistórica se señala que, precisamente, una de las finalidades que tienen los desgrasantes en este tipo de producciones consiste en proporcionar un cuerpo más poroso o abierto a la cerámica. Esta configuración permite la evaporación de sustancias volátiles durante las primeras fases de la cocción, evitando la aparición de fracturas y desconchados (Gibson y Woods 1990: 27).

Tras esta aproximación experimental al secado de las pastas se puede señalar que los alfareros que utilizaron estos distintos tipos de desgrasantes en sus cerámicas tuvieron que adaptarse a materias primas de cualidades diferentes. Ello habría revertido necesariamente en el proceso de fabricación de las cerámicas, por ejemplo en la utilización de pastas más o menos húmedas, así como en el aspecto final del producto obtenido que se manifiesta, por ejemplo, en la simetría de las piezas. En todo caso, se ha comprobado que ambos tipos de materiales, al proporcionar un alto grado de porosidad interna, habrían resultado adecuados de cara a minimizar posibles fracturas originadas durante los primeros momentos de la cocción, especialmente en aquellos casos que se utilizan estructuras de combustión donde el alfarero controla pobremente la ascensión de la temperatura.

21. APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE.

Introducción.

Los tratamientos de superficie se realizan generalmente al finalizar la fase de secado, una vez la pieza ya ha alcanzado el punto crítico y está en textura de cuero. En este momento, la pasta está relativamente seca y la pieza es lo suficientemente consistente como para poder realizar nuevas acciones sobre ella. Al mismo tiempo, la pasta está lo suficientemente húmeda como para ser sensible y receptiva a los gestos técnicos que introduce el alfarero. Los tratamientos de superficie más comunes que se suelen aplicar consisten principalmente en engobes y bruñidos. Su finalidad consiste en homogeneizar y mejorar técnicamente la calidad de las superficies de las vasijas, aunque también pueden tener importantes implicaciones estéticas y simbólicas¹⁵⁶. Estas acciones revierten también en el comportamiento de la pasta durante el proceso de cocción y en el producto final, afectando a la función potencial que puede desarrollar la pieza.

¹⁵⁶ El tratamiento final de la superficie va a determinar la visualización de la pieza a través de variables como la coloración y la capacidad de absorber, transmitir o reflejar la luz y la radiación (Cuomo Di Caprio 1984: 161).

Dentro de esta fase se pueden situar también las decoraciones, ya que éstas se aplican una vez la pieza está seca y así mismo pueden favorecer ciertas propiedades técnicas de la pasta durante la cocción. Cuando se decoran amplios segmentos de la vasija se produce también una homogeneización de la superficie de las piezas que altera las cualidades de la pasta. Mediante decoraciones muy comunes en cerámica prehistórica, como la decoración incisa, pueden obtenerse pastas más abiertas que favorezcan durante la cocción la evaporación del agua y de las bolsas de aire presentes en el interior de la pasta (Zhuravleva c. p.). Esta opción parece poco probable en el registro estudiado donde ninguna de las cerámicas presenta decoraciones incisas y únicamente se detectan de forma ocasional elementos de presión y elementos plásticos decorativos de tipo exciso localizados en partes concretas de las piezas. Hay que señalar también que algunas sociedades etnográficas establecen una clara división entre la decoración y la coloración de la pieza, ésta última es resultado de la cocción y, por tanto, no se considera como parte de la decoración (Krause 1984).

Finalmente, se ha detectado una cerámica cuya decoración consiste en la aplicación de pigmentos a modo de pintura (TSB-7/32). Para confeccionar estas pinturas se pueden seleccionar nódulos de óxidos de hierro, como hematites y magnetita, que están en estado natural en los sedimentos. Al igual que sucede con algunos engobes, estos minerales se machacan y diluyen en agua para su aplicación. La aplicación de este tipo de materiales sobre la pasta proporciona un característico color rojo de la superficie final (Krause 1984; Capel *et al.* 2006). Sin embargo, más allá de su constatación (Fig. 255), no se ha tratado en profundidad este tipo de aplicación puesto que resulta muy minoritaria en el registro analizado. Además, en términos técnicos suponen un cambio casi nulo en la pasta y en el producto final, teniendo por tanto un claro carácter estético en lugar de técnico.

En este sentido, al igual que en el apartado dedicado al modelado de las pastas, lo que se propone a continuación no es un estudio exhaustivo y cuantificado de los tratamientos de superficie observados en el registro analizado. Este tipo de estudios resultan más factibles de realizar utilizando metodologías macroscópicas y a partir de colecciones de trazas de referencia (García Rosselló 2008 y 2010). Lo que se pretende realizar aquí es un primer acercamiento cualitativo que permita registrar aquellas diversas soluciones tecnológicas utilizadas por los alfareros que están relacionadas con esta fase de la cadena operativa y que resultan de la observación del registro arqueológico.

De este modo, se pretende conocer aquellas técnicas y conocimientos que estaban a disposición de los alfareros y que éstos podían utilizarse potencialmente con el objetivo de minimizar algunos de los posibles efectos negativos que tienen en la producción de cerámica la introducción de determinadas elecciones tecnológicas, como la utilización de determinados desgrasantes o arcillas.

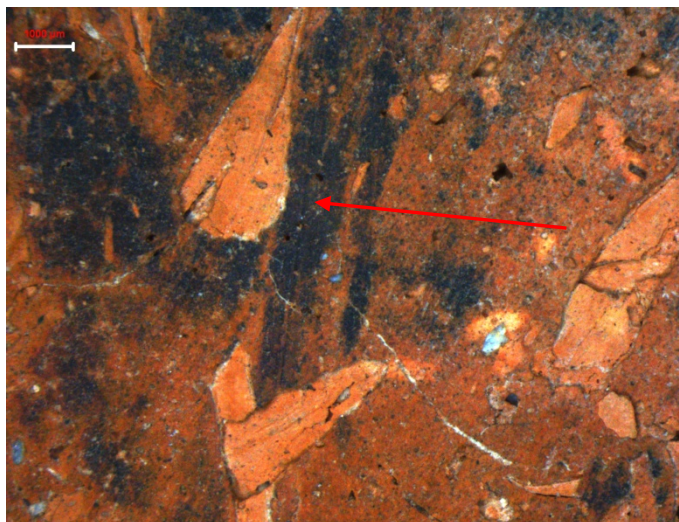


Figura 255. Microfotografía con binocular mostrando restos de pintura de color negro aplicada antes de la cocción en la pieza TSB-7/32, obsérvense las bandas estriadas que sugieren la aplicación con algún tipo de pincel o fibras orgánicas.

21.1. Engobes.

Los engobes consisten en una aplicación opaca de superficie que se realiza en base a arcilla en solución acuosa una vez la pieza está en estado de textura de cuero y antes de la cocción. Se puede definir esta aplicación como “...una arcilla coloreada o no, que se aplica sobre una pasta soporte...para modificar su aspecto externo, aportando una textura terrosa no vítrea” (Morales 2005: 182).

Esta acción, siempre que se efectúe sobre el cuerpo cerámico sin cocer, supone por tanto, la rehidratación de las capas más externas de la pieza, lo que puede dar lugar a la aparición de grietas durante el posterior proceso de secado del engobe o bien durante la cocción. Este fenómeno se produce a causa de una discontinuidad mecánica entre la pasta y los engobes. La pieza se seca y se cuece mejor entonces con la aplicación controlada de los engobes en forma de varias capas o aplicaciones más finas, preferiblemente de la misma arcilla que la utilizada en la confección de la pasta.

La utilización de pastas calcáreas facilita la aplicación de engobes a causa de su porosidad, favoreciendo la infiltración de la aplicación en la pasta cerámica a través de los poros y evitando una adhesión poco consistente derivada de diferentes rangos dilatométricos entre los materiales utilizados. Los engobes transforman el aspecto final de la pasta, cubren defectos de las paredes y reducen la porosidad abierta de las superficies proporcionando una nueva textura a las superficies de las vasijas. Por otro lado, los engobes pueden resultar el soporte ideal sobre el que aplicar otros tratamientos de superficie, como bruñidos, generando un acabado estéticamente más cuidado en las piezas. El aspecto final de la pieza dependerá, principalmente, del tipo de material utilizado, de la forma de preparar los engobes y de la técnica empleada en su aplicación. También existen otras variables que intervienen como, por ejemplo, la posterior atmosfera de cocción, el grosor de la pieza, la cantidad de calcita y hierro presente en la aplicación y, finalmente, el color de la misma pieza (Cuomo Di Caprio 1984: 32, 97-99, 190; Echalié 1984: 8; Matson 1989; Gibson y Woods 1990: 188; Gómez y Doherty 2000; Reid 2001; Turbanti 2004; Banning 2005: 175; Morales 2005: 181; Capel *et al.* 2006).

Estos tratamientos de la superficie pueden tener un espesor variable dependiendo del tipo de cerámica que se produce. Los engobes más corrientes suelen oscilar entre las 30 y las 80 μm de grosor, pero hay algunos que pueden tener menos de 10 μm . Por un lado, se puede considerar también como engobe a un simple baño suave de la superficie de la vasija con una arcilla disuelta en agua. Esta última aplicación resulta muy difícil de observar en el registro arqueológico por su escasa entidad y debido a la degradación que sufren las paredes de las cerámicas durante el enterramiento (Echalié 1984).

Por otro lado, hay engobes que resultan más perceptibles ya que consisten en la aplicación más insistente de una capa de arcilla más o menos depurada que, a veces, puede contener una alta cantidad de mineral de hierro (Fe_2O_3)¹⁵⁷. En lo que se refiere a la dilatación ante el calor, un engobe con una composición ferruginosa resulta a *grosso modo* análogo a la del cuerpo cerámico. Por este motivo, su utilización no implica inconvenientes derivados de una dilatación diferencial entre el engobe y el cuerpo cerámico que pueda alterar el resultado final de la aplicación.

¹⁵⁷ En algunos casos la cantidad de óxido de hierro puede alcanzar cantidades superiores al 15%. Este podría ser el caso de las cerámicas eneolíticas de la cultura *Serraferlicchio* en Sicilia y la *Pantalica* de la Edad del Bronce italiano (Cuomo Di Caprio 1984: 99). También las cerámicas a la almagra en el neolítico peninsular que alcanzan hasta un 35% de Fe_2O_3 añadido (Capel *et al.* 2006).

El mineral de hierro, triturado y añadido a la arcilla y al agua, proporciona una coloración rojiza a la superficie, que resultará de una tonalidad con tendencia al marrón oscuro si se acompaña la pasta también con carbón. La coloración más o menos rojiza y brillante de la aplicación puede destacarse insertando más cantidad de mineral de óxido de hierro a la mezcla. La aplicación de engobes con hierro, y en menor medida con óxido de titanio o material calcáreo, provoca cambios físicos que pueden favorecer un cierto impacto visual en la cerámica. El impacto visual resulta un aspecto de la cerámica muy importante ya que éste puede condicionar determinadas elecciones tecnológicas en algunas producciones, resultando incluso más relevante que otras elecciones de carácter más técnico (Navarrete y Capel 1980; Cuomo Di Caprio 1984: 107; Schiffer y Skibo 1987; Capel *et al.* 2006).

La preparación de engobes no suele entrañar una dificultad excesiva, el momento más delicado de este tipo de aplicaciones se da en la fase de secado, cuando el engobe pierde el agua absorbida. Este proceso supone una segunda fase de secado en la pieza, aumentando el tiempo destinado en la producción siempre que se pretenda obtener un producto que pueda cocerse sin riesgos. La arcilla incorporada a la mezcla, normalmente superior en cantidad al hierro, proporciona la adhesión suficiente para que la aplicación sea firme en la superficie de la pieza ya modelada y no se desprenda en posteriores fases del proceso de fabricación o uso de las vasijas. Los engobes se basan entonces en materias primas muy ricas en minerales de la arcilla y, por tanto, en alúmina. De todos modos, en este tipo de aplicaciones la presencia de minerales no plásticos resulta muy baja, aunque como se verá a continuación, éstos no están totalmente ausentes.

Finalmente, hay que señalar que los engobes pueden realizarse con la misma arcilla que la utilizada en la confección de la pieza, siempre que ésta sea lo suficientemente fina o esté convenientemente depurada. En casos donde se utilizan arcillas muy gruesas para confeccionar la pasta de las cerámicas, se puede utilizar una arcilla distinta, más adecuada para realizar esta aplicación. De todos modos, aunque se utilice el mismo sedimento, las diferencias granulométricas y composicionales proporcionarán una coloración final diferente entre la pasta y la superficie de la vasija. En el caso de utilizar otra tierra, la diferente composición de las arcillas causará también una evidente oposición en la coloración de ambas partes de la vasija (Cuomo Di Caprio 1984: 114; Buxeda y Madrid 2009).

Se han constatado muchos casos en los que los alfareros utilizan pastas vegetales para su producción, en estas situaciones, las cerámicas resultan muy porosas, existiendo, por tanto, una excesiva permeabilidad y una pérdida potencial de los contenidos almacenados derivada de la intensidad de la penetración del líquido a través de los poros de las paredes. En este sentido, el engobe representa, tras el vidriado, el mejor método para reducir esta permeabilidad excesiva mediante su aplicación en una o ambas superficies de la pieza. Este mismo procedimiento favorece la resistencia a la abrasión de la pasta impidiendo ataques químicos durante el uso o la deposición de las piezas, imposibilitando la migración de sustancias ácidas y corrosivas hacia el interior del cuerpo cerámico. Este mismo objetivo también puede conseguirse a través de la aplicación, en las superficies de la vasija, de sustancias orgánicas¹⁵⁸ como resinas (Cuomo Di Caprio 1984: 50; Arnold 1985: 140; Schiffer 1990; Skibo *et al.* 1997; Vidal 2008).

El análisis de las pastas con métodos ópticos, como el binocular y el microscopio petrográfico, puede proporcionar algunos indicios sobre las técnicas de tratamiento de la superficie utilizadas en la confección de cerámicas. Si bien el análisis macroscópico de las trazas derivadas de estas aplicaciones resulta mucho más efectivo para su identificación en grandes cantidades de muestras (García Rosselló 2008 y 2010), la configuración microscópica de la estructura y la textura del engobe así como la composición química no pueden determinarse mediante estos medios. Sin embargo, estos materiales pueden estudiarse con precisión en términos químicos, mineralógicos y texturales en base a métodos arqueométricos como la petrografía, el análisis de imagen, SEM-EDX-BSEI o DRX, permitiendo profundizar en el estudio de estas acciones (Tite *et al.* 1982; Gibson y Woods 1990: 259; Buxeda *et al.* 1995; Gómez y Doherty 2000; Mirti y Davit 2001; Velde 2005; Capel *et al.* 2006; Gliozzo *et al.* 2008; Tite 2008; Peterson 2009; Tschegg 2009).

¹⁵⁸ Los cristales de las sustancias orgánicas penetran bien por los poros de las cerámicas y suelen presentar cristales de mayor tamaño que los de las sustancias inorgánicas. De esta manera este tipo de aplicaciones orgánicas actúan como coagulantes e impiden la migración del contenido hacia el exterior de la vasija a través de las paredes (Vidal 2008). Ejemplos etnográficos de estas aplicaciones pueden consultarse en los autores mencionados.

21.1.1. Engobes finos.

Estos engobes resultan muy fáciles de distinguir mediante microscopio petrográfico y sobre lámina delgada ya que consisten en una capa de arcilla claramente diferenciada de la matriz cerámica que se caracteriza por presentar una textura muy fina, sin desgrasantes y con una coloración diferencial (Fig. 257). Se trata de engobes muy finos que nunca superan las 100 μm de grosor, por este motivo suelen estar muy degradados, resultando más difíciles de detectar con binocular o macroscópicamente. En estos casos, en aquellas zonas donde la superficie se presenta más rugosa, se constata como esta aplicación rellena los poros de la vasija (CLG-149, CLG-2664, CLG-205).

Dentro de estos engobes finos, hay que señalar una coloración muy rojiza en algunas muestras que resulta observable también en la superficie de las piezas (CLG-149, CLG-2664, CLG-154, CLG-2430, CLG-2795, SM-625; TSF-237, TSB-6/87; TSF-264, TSF-352, TSF-239, TSF-459). Esta coloración es negruzca en el caso de la pieza TSB-9/14. Estas gamas cromáticas pueden asociarse con la presencia de óxidos de hierro, como hematites en las primeras y maghemita o magnetita en esta última pieza, que han sido añadidos y mezclados con una base arcillosa.

Los análisis de SEM-EDX (Fig. 258-260 y Cuadro 49) realizados sobre las piezas CLG-149, SM-625 y SM-325 demuestran un incremento de Fe del 2-3% en el engobe respecto del observado en la matriz. Este incremento podría indicar la adición, en las dos primeras piezas y en engobes muy poco calcáreos, de óxidos de hierro con la finalidad de obtener una coloración rojiza de la superficie cerámica que resulte claramente perceptible. Este tipo de gama cromáticas se observa también con binocular en los engobes de las piezas CLG-2795, CLG-154, CLG-2430 y CLG-2664, lo que indica que tal vez fueron igualmente enriquecidos con mineral de hierro (Fig. 256).

Por otro lado, la pieza SM-325 se diferencia por presentar una mayor cantidad de calcio que las anteriores lo que, unido a la escasa cantidad de hierro añadida, no provoca una coloración roja acusada sino más bien una tonalidad clara. Finalmente, la muestra TSB-6/87 ha mostrado valores de Fe parecidos a los de la matriz, sin embargo, se observa un aumento del porcentaje de titanio de más de 50% que podría indicar de la adición de algún mineral pesado en la mezcla. El resto de piezas (TSB-2/41; TSB-7/33, TSF-1048; TSF-1078; TSF-56; TSF-11; TSF-1082; TSF-360, TSF-235) muestran una coloración clara, donde no hay indicios de la mezcla con inclusiones asociadas a pigmentos minerales.

Finalmente, en tres casos (SM-325, SM-642 y SM-625), se ha observado una estratificación del engobe, de modo que se observan varias capas de arcilla muy fina aplicadas la una sobre la otra. Primero se aplica una capa más gruesa de entre 250-350 μm de grosor para, posteriormente, aplicar una capa de engobe más fino, de entre 125-150 μm . Como se ha comentado, esta aplicación en capas favorece la adhesión del tratamiento a la superficie de la matriz evitando fallos durante la fase de secado y cocción.

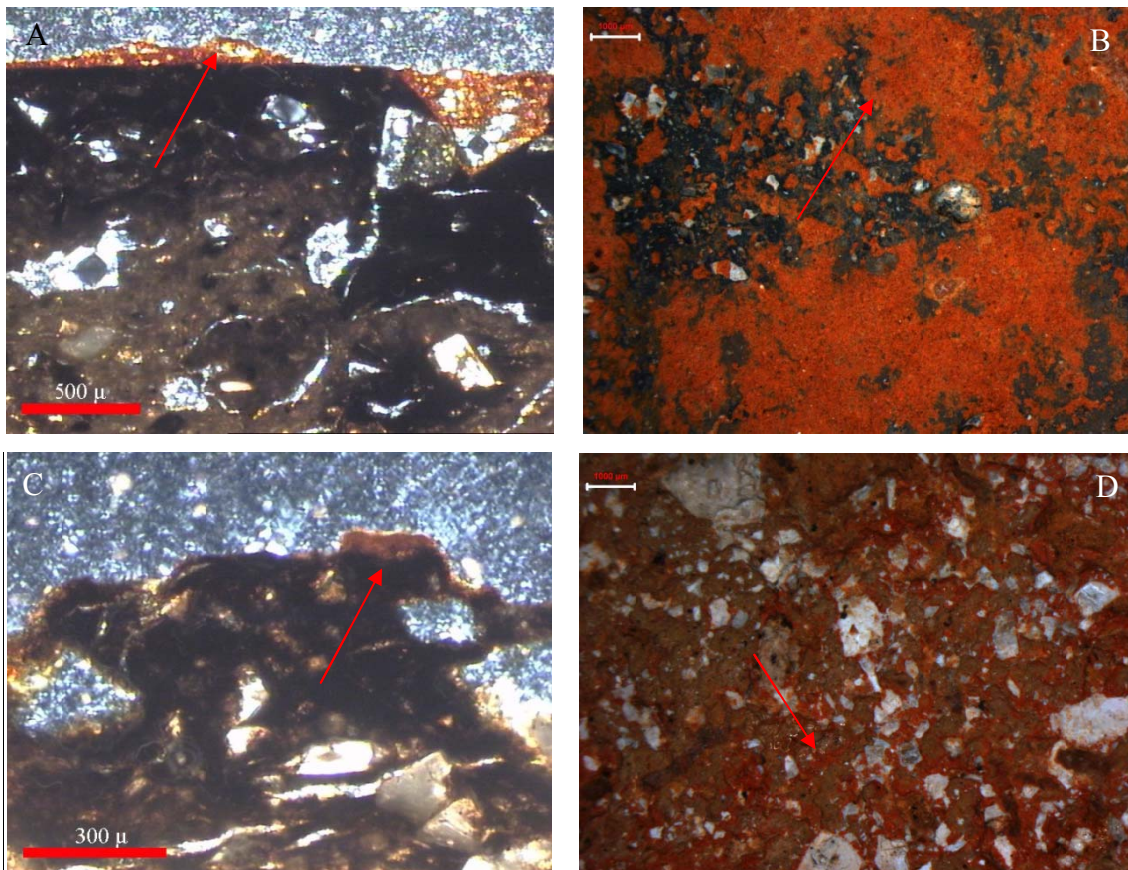


Figura 256. Microfotografías mostrando engobes detectados en las piezas cerámicas. A) Lámina delgada con nicols cruzados de la pieza CLG-149 mostrando un engobe fino de color rojizo que rellena los poros de la superficie. B) Superficie externa de la pieza CLG-149 observada con binocular. C) Lámina delgada con nicols cruzados de la pieza CLG-2664 con una fina capa de engobe rojizo muy degradado. D) Superficie externa de la pieza CLG-2664 observada con binocular, mostrando un engobe de color rojo muy mal conservado.

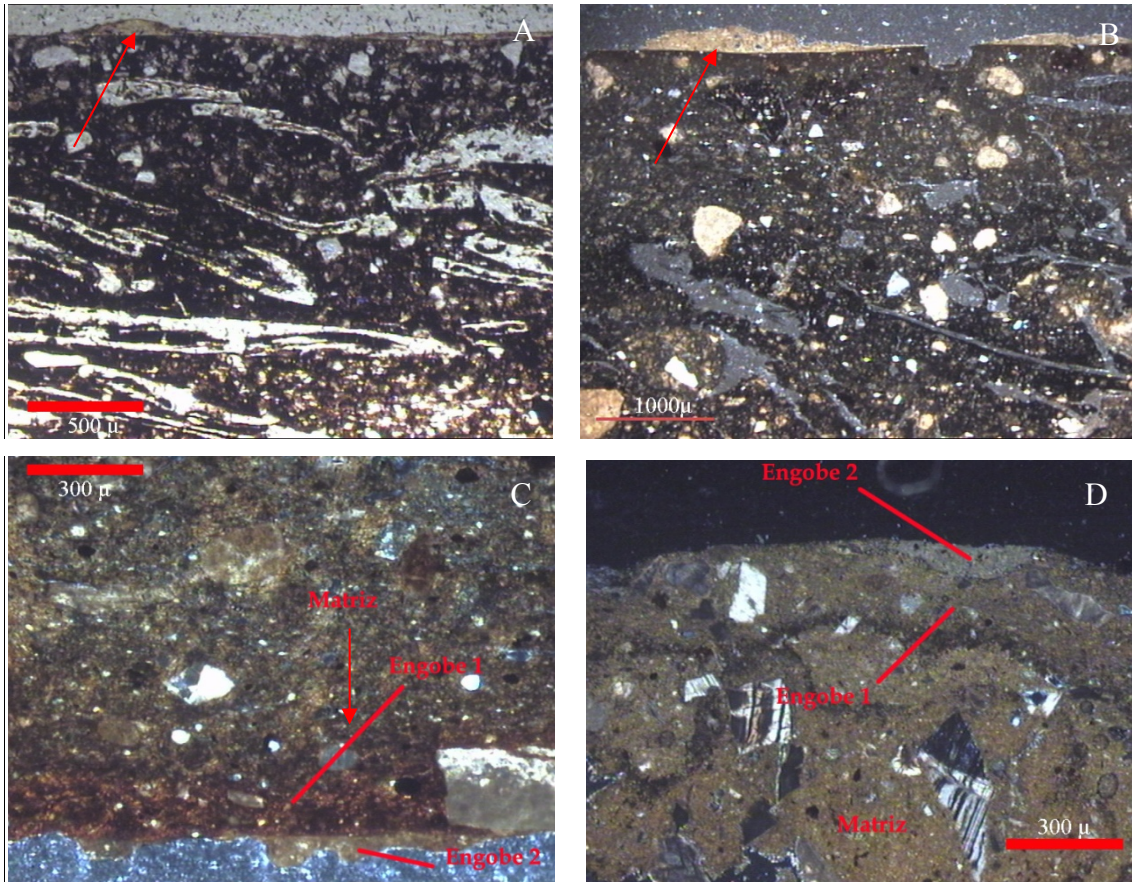


Figura 257. Microfotografías mostrando engobes detectados en las piezas cerámicas. A) Lámina delgada con nicoles cruzados de la pieza TSB-7/33 con un engobe muy fino de color claro, B) Lámina delgada con nicoles cruzados de la pieza SM-659 mostrando un engobe de las mismas características que el anterior C) Lámina delgada con nicoles cruzados de la pieza SM-625 mostrando una estratificación de las capas de arcilla aplicadas D) Lámina delgada con nicoles cruzados de la pieza SM-325 mostrando una estratificación de las capas de arcilla aplicadas.

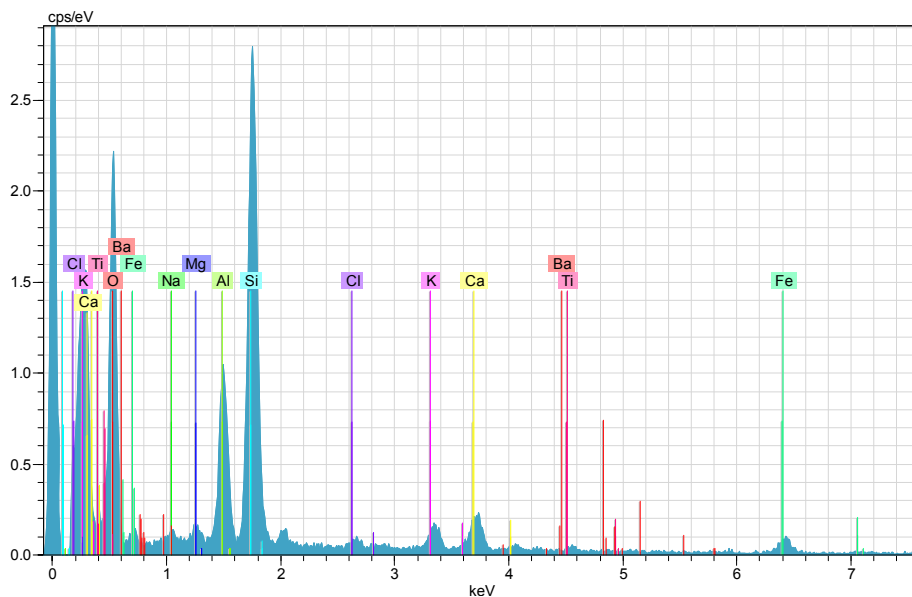


Figura 258. Composición química cualitativa del engobe de la pieza CLG-149 determinada mediante SEM-EDX.

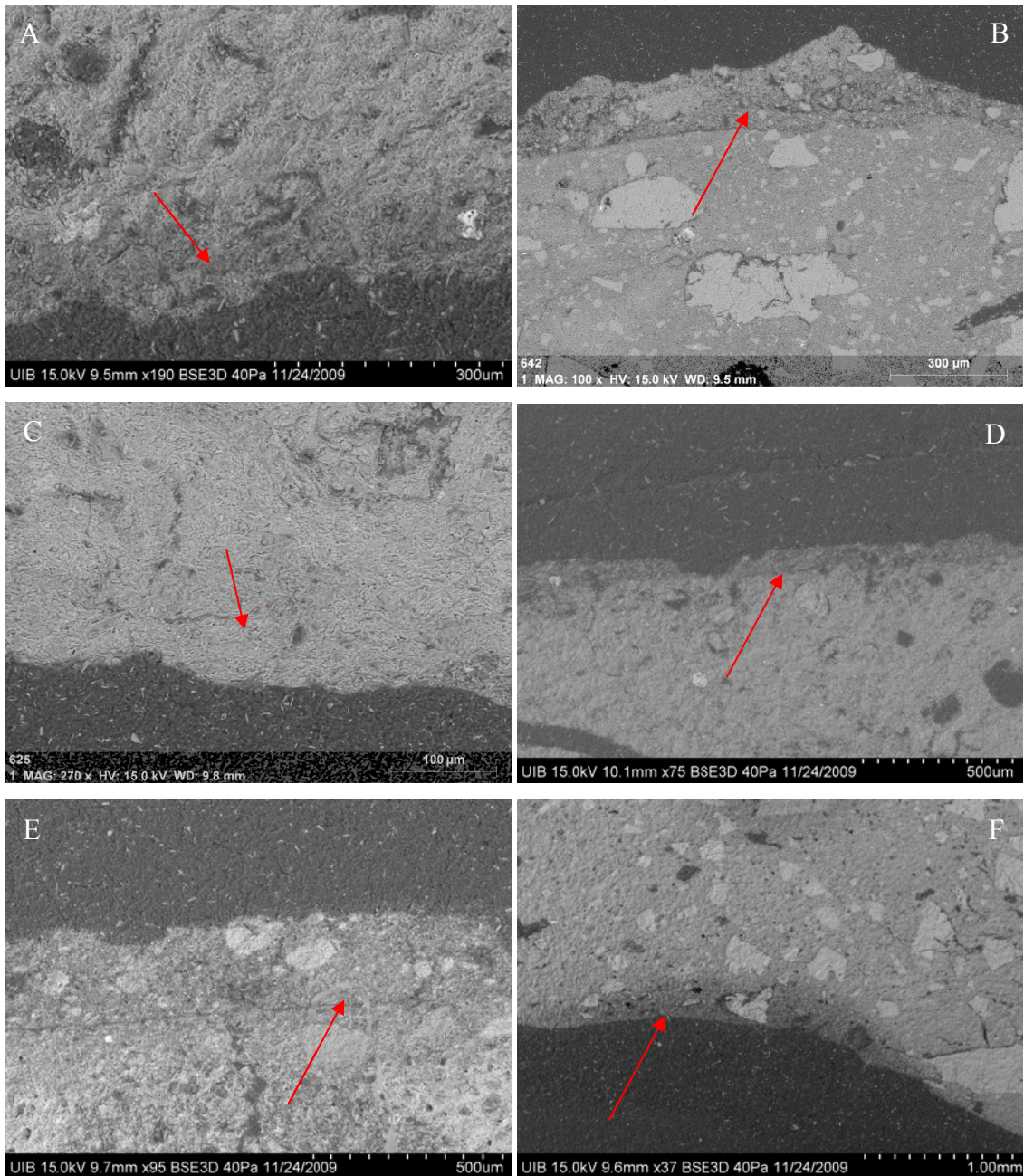


Figura 259. Imágenes SEM-BSEI de los engobes analizados y su diferenciación respecto a las matrices de la cerámica A) CLG-149, B) SM-642, C) SM-625, D) TSB-6/87, E) SM-659, F) SM-325.

Producción cerámica y cadena operativa de fabricación

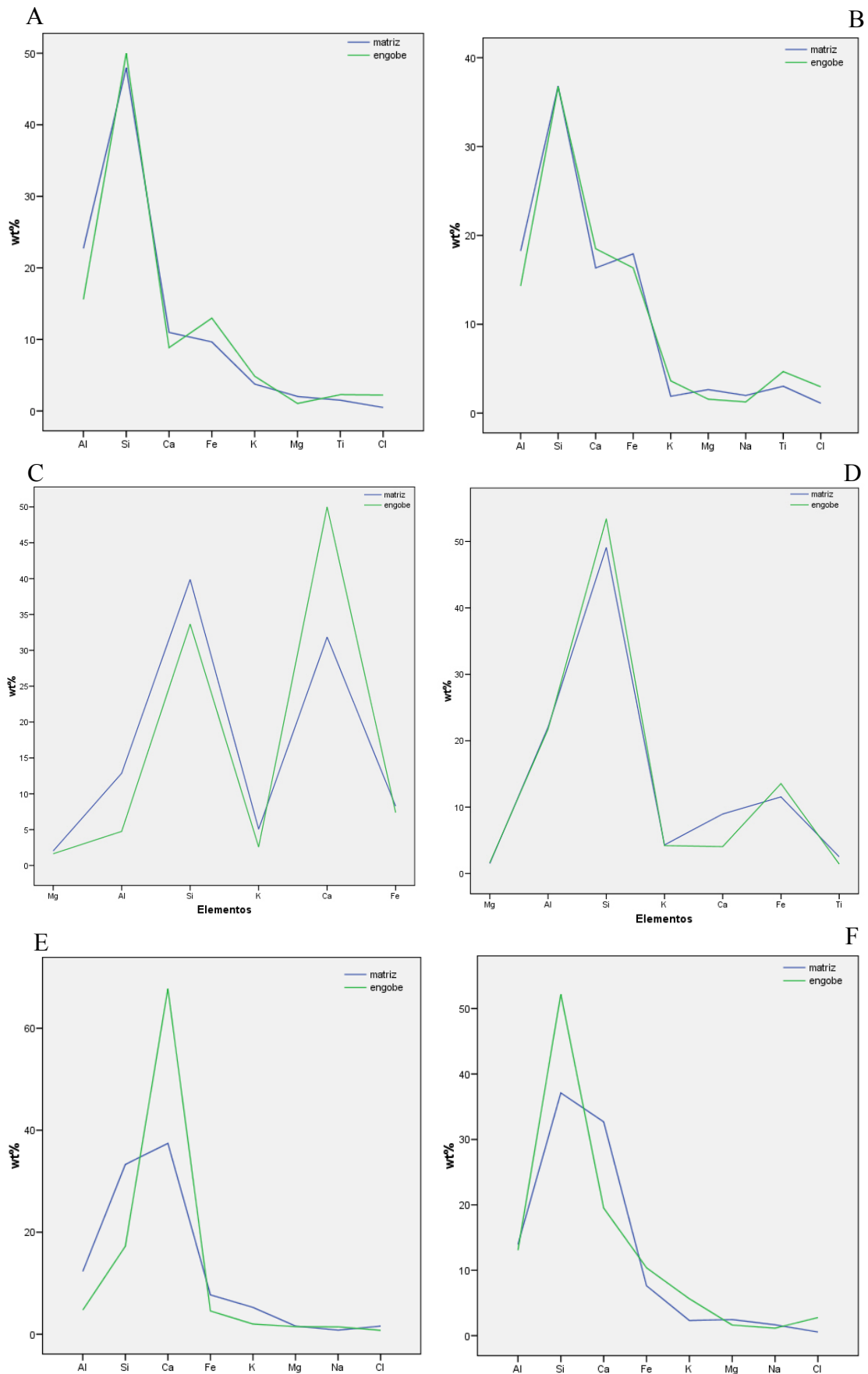


Figura 260. Composición química de los engobes respecto a las matrices determinadas mediante SEM-EDX A) CLG-149 B) TSB-6/87, C) SM-642 D) SM-625 E) SM-659 F) SM-325.

21.1.2. Engobes gruesos.

Además de las piezas que presentan engobes finos se han documentado otras vasijas con aplicaciones de arcilla mucho más gruesas, entre 300 y 1000 μm de grosor (Fig. 261 y 262), en algunas piezas (SM-971 y SM-970) esta capa de arcilla llega a presentar hasta 2200 μm de grosor. En algunos estudios (Capel *et al.* 1982), se ha podido identificar en base a criterios texturales la existencia de retoques en la superficie de la cerámica realizados a partir de arcillas o pastas más finas, con menos desgrasantes y de menor tamaño, que la observada en la matriz cerámica. Este tipo de aplicaciones son fáciles de distinguir con microscopio petrográfico y, en muchas ocasiones, con microscopio estereoscópico (Cuomo Di Caprio 1984: 183).

Sin embargo, existen problemas de identificación con binocular en pastas o matrices muy finas ya que resulta difícil hacer distinciones entre esta aplicación de superficie y la matriz cerámica en base a criterios texturales. Estas limitaciones han generado que este tipo de aplicaciones sólo hayan podido reconocerse sin problemas, en base a la textura, en aquellas piezas que presentan una textura media-gruesa.

También la identificación con esta técnica de diferentes gradientes de color en la pared cerámica puede inducir a confusión. A menudo, se producen variaciones cromáticas en los márgenes externos de las pastas que parecen relacionarse con aplicaciones arcillosas que, sin embargo, pueden ser consecuencia de la cocción donde, en ocasiones, se generan transiciones abruptas relacionadas con cambios repentinos de la atmósfera. En todo caso, se han considerado también la existencia de variaciones en la gama cromática de las secciones. Por un lado, se han identificado algunas piezas que presentan una coloración rojiza de la superficie y el margen externo, rasgo que podría indicar la adición de hierro en la pasta del engobe (TSB-2/40; TSB-2/42; TSB-9/90; TSB-9/91, TSB-6/82, TSB-6/87; TSB-5/20, TSB-17/29, SM-971, SM-970; TSF-353; TSF-57; TSF-408; TSF-1100, TSF-238, TSF-236, TSF-240).

Por otro lado, se documentan piezas (SM-659, SM-642, SM-180; TSF-1048; TSF-1078; TSF-56; TSF-1104) que presentan una coloración de esta capa de arcilla de tonos más claros, grises o marrones, indicio de que, en estas vasijas, no se añadió hematites al engobe. Los análisis SEM-EDX (Fig. 259-260 y Cuadro 49) de los engobes de las piezas SM-642 y SM-659 revelan que, salvo por la cantidad de calcio, las concentraciones del resto de elementos son muy parecidas entre la arcilla y el engobe.

Además, los niveles de hierro del engobe se muestran por debajo de los observados en la matriz. Todo evidencia que, probablemente, se utilizó la misma arcilla tanto para fabricar el engobe como la matriz, estando ésta más o menos depurada cuando se aplicó a la superficie. La alta cantidad de calcio observada en los engobes debe relacionarse con la presencia de granos de calcita de pequeño tamaño formando parte del mismo, lo que sugiere que éste no fue depurado intensamente y, al parecer, se utilizó la misma arcilla que la empleada para confeccionar la matriz cerámica, aunque tal vez mejor preparada o molida. El incremento de calcio debe relacionarse, por tanto, con la inclusión de algunos de estos granos en el área seleccionada en el análisis con micro-sonda. Estos datos concuerdan con la arcilla del Paleógeno, una arcilla calcárea que habría resultado apta, dado el carácter extremadamente fino y plástico que presenta, para efectuar engobes sin exigir de demasiada manipulación (Albero y García Rosselló 2009). Como se ha visto, ésta se utilizó también, aunque desgrasada, para fabricar al menos las piezas SM-659, SM-642 y TSF-1104.

La textura y la porosidad de las aplicaciones asociadas con engobes pueden ser variables de gran utilidad que permiten identificar esta aplicación, diferenciarla de la matriz y no confundirla con procesos postdeposicionales que alteran la superficie de las vasijas (Velde 2005; Tschegg 2009). Así pues, además de por el grosor de la aplicación, los engobes detectados se caracterizan por presentar una cantidad muy pequeña de anti-plásticos siendo éstos de un tamaño medio-fino ($<800 \mu\text{m}$) y predominando una ordenación en la franja más fina ($<300 \mu\text{m}$). Esta textura contrasta enormemente con la observada en el resto de la pasta (Fig. 263), donde se observa que la fracción de grano predominante se sitúa por encima de las $800 \mu\text{m}$ de longitud. Estos datos apuntan a la utilización de unas arcillas muy similares a las utilizadas para confeccionar las pastas, con algunos pocos componentes de tamaño muy fino. Sin embargo, en algunas ocasiones, éstas se han mezclado con óxidos de hierro muy fáciles de obtener en los sedimentos próximos al entorno arqueológico estudiado.

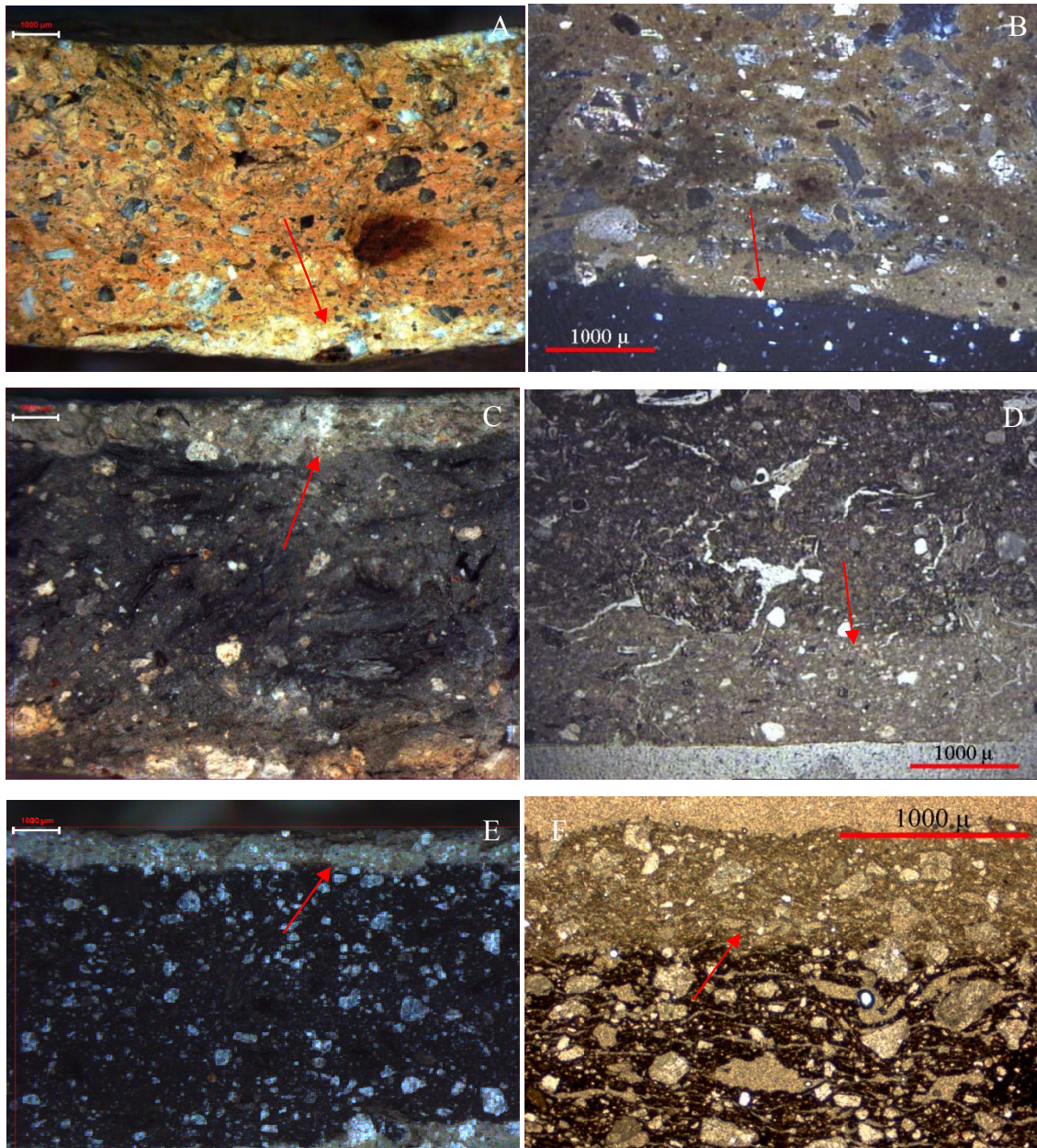


Figura 261. Microfotografías de secciones cerámicas mostrando aplicaciones arcillosas de superficie consistentes en engobes gruesos con algunos anti-plásticos. A) Pieza SM-325 observada con binocular y mostrando una franja arcillosa de color claro y de textura diferenciada con la matriz. B) Lámina delgada con nicols cruzados de la Pieza SM-325 mostrando el engobe de la figura anterior. C) Pieza SM-659 observada con binocular y mostrando una franja arcillosa de color gris claro y de textura diferenciada con la matriz. D) Lámina delgada de la Pieza SM-659 mostrando el engobe de la figura anterior (PPL). E) Pieza SM-180 observada con binocular y mostrando una franja arcillosa de color y textura diferenciada con la matriz. F) Lámina delgada de la Pieza SM-180 mostrando el engobe de la figura anterior (PPL).

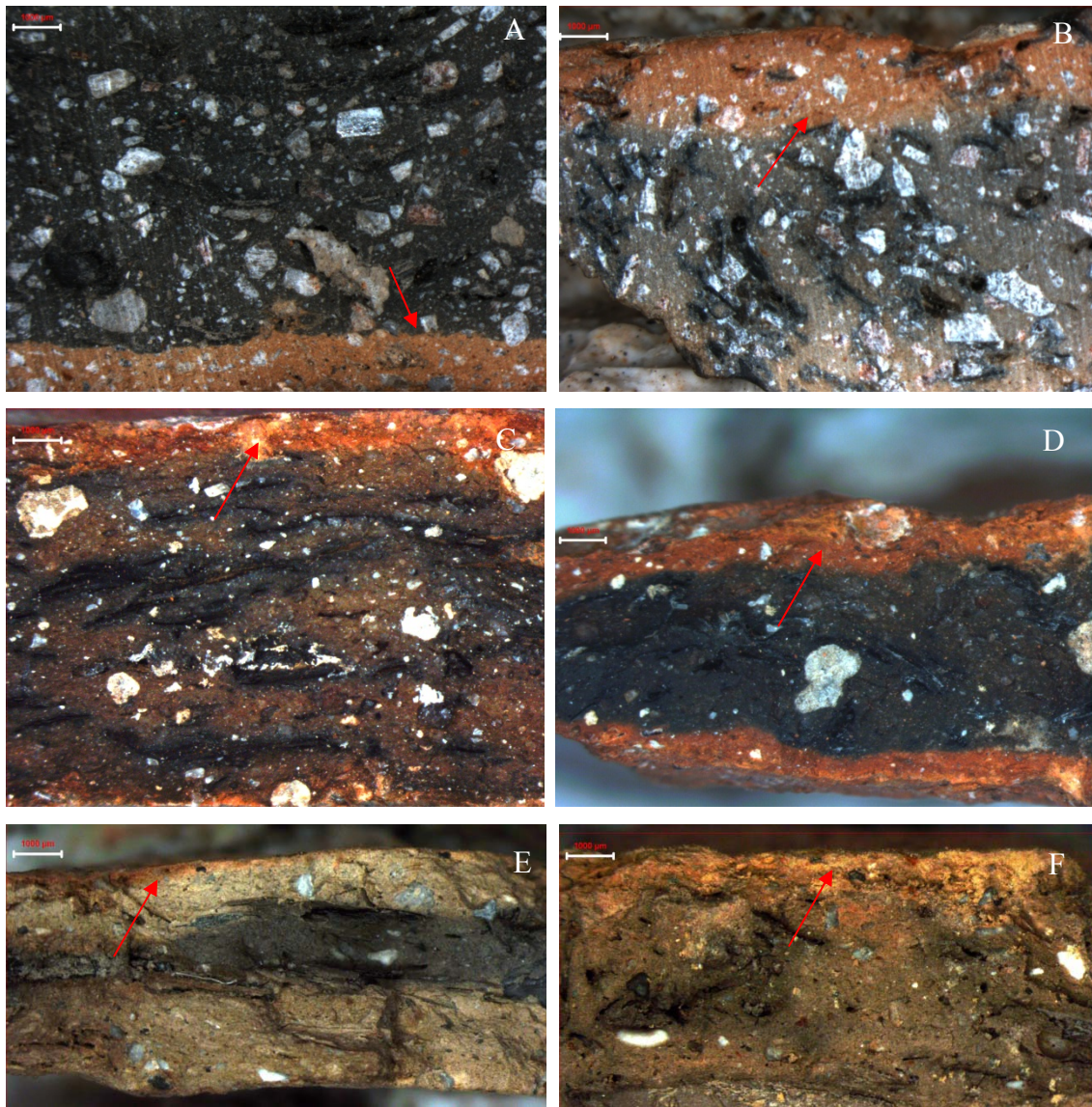
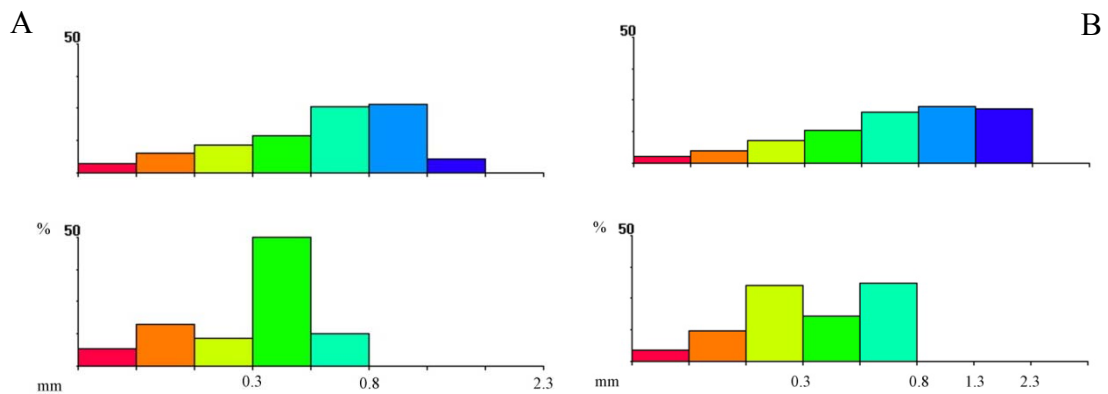


Figura 262. Microfotografías con binocular de secciones cerámicas mostrando algunos de los engobes identificados con una coloración y/o una textura diferenciada de la matriz. A) SM-970, B) SM-971, C) TSB-5/20, D) TSB-6/82, E) TSB 9/90, F) TSB 9/91.



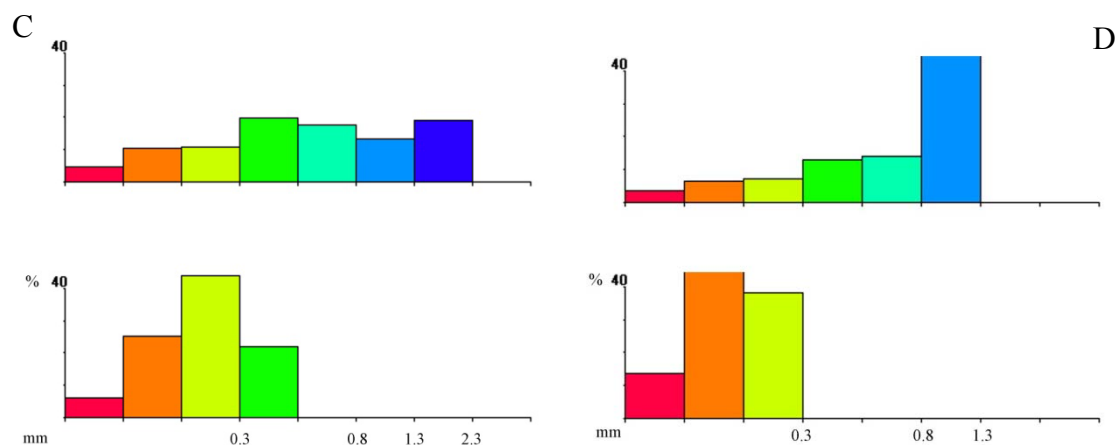


Figura 263. Histogramas comparando la textura de las matrices y los engobes determinada mediante análisis de imagen en base al porcentaje que ocupan en la matriz los distintos intervalos de tamaño. A) SM-970, B) SM-971, C) TSB-5/20, D) TSB-6/82.

Cuadro 49: Cuantificación de la composición química de las matrices (M) y los engobes (E) de las piezas mediante SEM-EDX (*wt%* normalizado al 100% tras extraer carbono y oxígeno).

Muestra	Capa	Si	Al	Ca	K	Fe	Ti	Cl	Mg	Na
CLG-149	M	47,97	22,72	10,98	3,76	9,65	1,51	0,49	2,03	-
CLG-149	E	49,98	15,60	8,85	4,86	12,98	2,28	2,23	1,05	-
SM-625	M	49,11	22,05	8,97	4,31	11,54	2,52	-	1,50	-
SM-625	E	53,41	21,74	4,06	4,20	13,54	1,43	-	1,62	-
SM-642	M	39,89	12,86	31,85	5,08	8,28	-	-	2,03	-
SM-642	E	33,66	4,76	49,99	2,57	7,38	-	-	1,64	-
SM-325	M	37,11	13,95	32,69	2,32	7,63	-	0,56	2,46	1,66
SM-325	E	52,19	13,07	19,51	5,64	10,38	-	2,77	1,62	1,15
SM-659	M	33,29	12,32	37,43	5,26	7,70	-	1,60	1,60	0,8
SM-659	E	17,26	4,75	67,73	2,00	4,55	-	0,77	1,49	1,45
TSB-6/87	M	36,79	18,25	16,34	1,90	17,93	3,03	1,11	2,65	1,99
TSB-6/87	E	36,73	14,30	18,50	3,63	16,35	4,68	2,96	1,57	1,26

21.1.3. Otras aplicaciones arcillosas.

En dos piezas del *Turó de les Abelles* (TSB-9/80, TSB-17/23) se ha podido documentar un tratamiento de la superficie muy poco común que se ha aplicado una vez la pieza está ya cocida (Fig. 264). Este tipo de recubrimientos fueron identificados por los investigadores (Camps y Vallespir 1998) en una pieza más (TSB-9/88) de este yacimiento a la que no se ha tenido acceso. Ellos señalan que esta capa arcillosa pudo constituir un recubrimiento, aplicado durante la cocción y en base a arcilla y cenizas, que tenía el objetivo de acabar de cocer las piezas utilizando un sistema muy simple.

Otra opción, más verosímil desde nuestro punto de vista y también contemplada por estos autores, consiste en la utilización de esta solución técnica con posterioridad a la cocción y una vez la pieza ya está en uso. Este tipo de aplicaciones se habrían podido efectuar con la finalidad de reducir la porosidad abierta de la pieza y aumentar la baja permeabilidad que presentan éstas derivada de la alta porosidad y de una cocción muy pobre (Camps y Vallespir 1998: 234).

En este caso, se trata de una capa gruesa, de 1200 μm grosor, realizada a base de una arcilla muy fina que presenta un color rojizo en su superficie y amarillento u ocre en su interior (Fig. 265). El análisis de DRX de esta capa de arcilla en la muestra TSB-9/80 ha proporcionado una composición mineralógica muy similar a la de la arcilla ocre del Paleógeno que se sitúa justo en el mismo yacimiento (Fig. 266).

Esta aplicación se caracteriza por la utilización de una arcilla calcárea con una cantidad alta de minerales de la arcilla donde destaca la presencia de picos muy bien conservados de illita-moscovita a 10 y 5 Å, y un pico de montmorillonita a 15 Å. La permanencia de este último mineral indica que esta arcilla no fue sometida a una temperatura superior a los 550/600 °C. El resto de la composición destaca por presentar una alta cantidad de calcita y escasos cuarzos y feldespatos. La distinta coloración dentro de la propia aplicación y la adherencia que presenta sobre la superficie de la cerámica evidencia que la fijación de esta capa de arcilla pudo verse favorecida a través del calentamiento controlado de la pieza, probablemente a bajas temperaturas y en algún tipo de hogar o fuego. Ello habría contribuido en la formación de una capa más compacta. La conservación de la montmorillonita invalida la hipótesis de una aplicación durante la cocción puesto que este mineral de la arcilla inicia su descomposición a muy bajas temperaturas y además no se ha documentado en la matriz cerámica.

De todas formas, hay que señalar que esta aplicación habría funcionado perfectamente a la hora de disminuir a corto plazo la porosidad abierta de la cerámica, favoreciendo una vasija más adecuada funcionalmente, especialmente en lo que refiere al almacenamiento de productos sólidos o líquidos. Con esta capa de arcilla en la superficie externa, la humedad ambiental habría afectado menos al contenido de las cerámicas, minimizando la aparición de hongos y la evaporación del contenido. Esta aplicación puede considerarse una buena opción en piezas ya cocidas sobre las que ya no pueden aplicarse engobes convencionales. Este tratamiento habría mejorado la eficiencia de la pieza en relación a determinadas funciones de forma rápida y rentable ya que, como todo indica, se utilizaron las arcillas del entorno inmediato al yacimiento.

Un aspecto que resulta interesante resaltar en estos casos es que la arcilla utilizada nada tiene que ver con el tipo de materia prima empleada para confeccionar el cuerpo cerámico, que en un caso es muy ferruginoso y, en el otro, muy silíceo. Ello evidencia que, en caso de ser la misma persona la que fabricó la vasija y posteriormente realizó esta aplicación, conocía la existencia de materias primas arcillosas más accesibles y que éstas no fueron, a pesar de sus virtudes, utilizadas para confeccionar el grueso de las cerámicas del yacimiento. Como todo parece indicar sólo algunas pocas de las piezas, así como estas aplicaciones de arcilla y las pesas de telar, que se hallan en este yacimiento se confeccionaron con las arcillas del Paleógeno que se encuentran en el subsuelo del *Turó de les Abelles*.

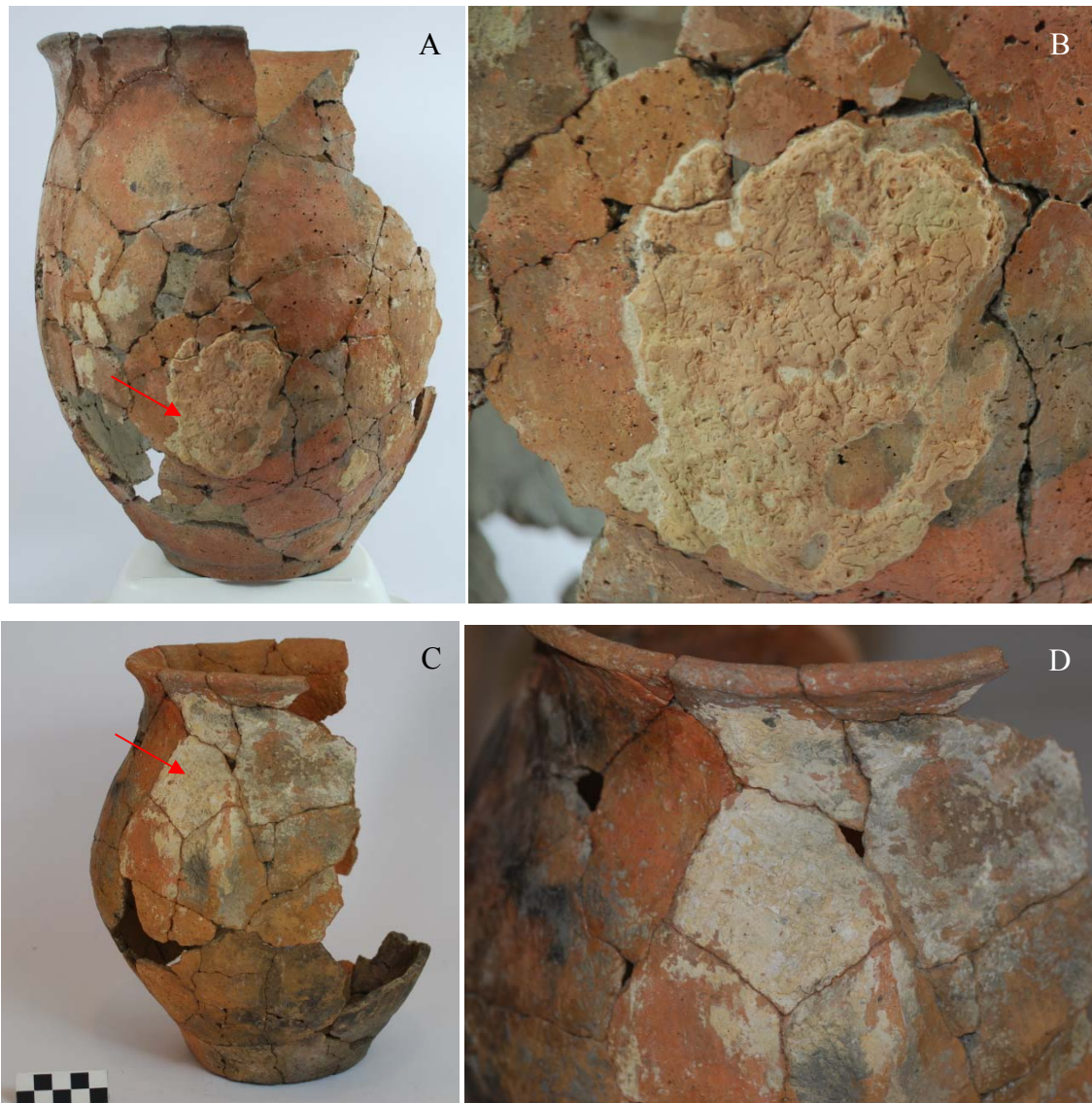


Figura 264. Fotografías de la aplicación arcillosa constatada sobre las vasijas A y B) TSB-17/23. C y D) TSB 9/80. (Fotografías: J. García Rosselló).



Figura 265. Microfotografía con binocular de una sección cerámica donde se puede observar la aplicación constatada en la pieza TSB-9/80 y su aspecto completamente diferenciado del observado en la matriz cerámica.

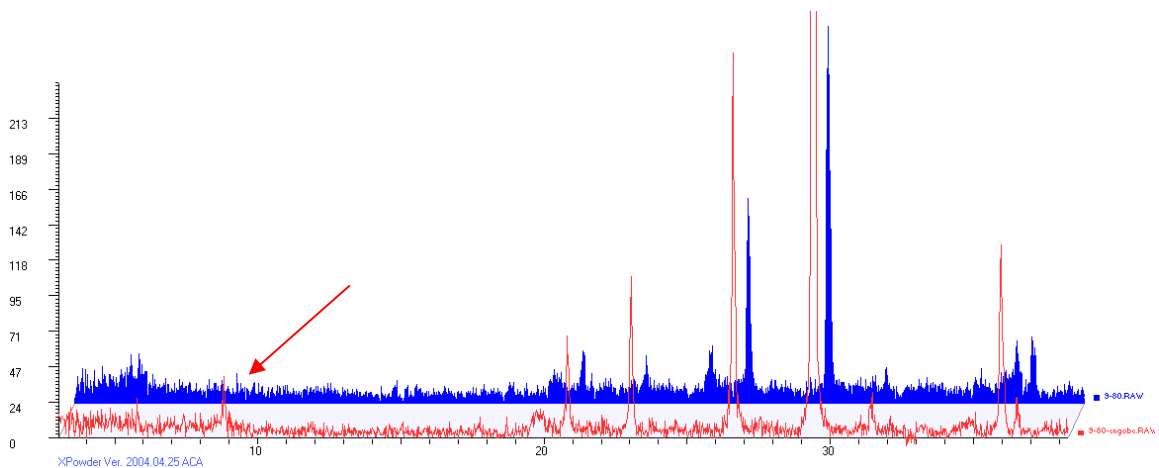


Figura 266. Difractogramas de rayos X (muestra total) mostrando la composición mineralógica de la cerámica (azul) y de la aplicación arcillosa en la superficie (rojo) de la pieza TSB-9/80. Observar la presencia de un pico más intenso de ilita y de calcita en la arcilla aplicada.

21.2. Otros tratamientos de superficie.

Además de estas aplicaciones arcillosas también ha sido posible identificar con las técnicas analíticas empleadas la utilización de otros tratamientos finales de la superficie en las vasijas como los bruñidos. Consecuencia de su aplicación puede observarse como los desgrasantes ubicados en la superficie o los márgenes de algunas de las piezas aparecen perfectamente alineados paralelamente con éstas (Fig. 267).

Esta alineación de los desgrasantes, constatada en muchas de las piezas, es consecuencia del tratamiento de la superficie, evidenciando además que éste se lleva a cabo con las cerámicas aún en estado semiplástico o de textura de cuero. Aplicaciones como el bruñido tienen la finalidad de homogeneizar la superficie haciendo desaparecer las rugosidades así como parte de los poros que conectan con el exterior de la vasija. De este modo, con una reducción de la porosidad se mejora la eficacia del producto final en términos de resistencia a la abrasión y de función, ya que se minimiza la pérdida de contenidos de tipo líquido y se favorece una mejor conservación de productos sólidos. Con este tipo de tratamientos de la superficie se favorece también, gracias a la presión que ejercen los desgrasantes sobre la arcilla, una mejor deshidratación de la pieza antes de su cocción. Esta deshidratación se produce como consecuencia de la acción de hundir los desgrasantes más groseros de la pasta, favoreciendo así que las partículas de agua migren hacia los márgenes de la cerámica reduciéndose, por tanto, el agua de porosidad interna contenida y el tiempo de secado. Por tanto, la relación entre estos tratamientos de superficie y las cualidades de las pastas obtenidas en el producto final puede ser importante. Éstos participan y determinan distintos atributos finales en las pastas cerámicas, como su textura, colaborando así en su tecnología de fabricación y su funcionalidad potencial (Capel *et al.* 1982; Echaliier 1984; Capel *et al.* 1995; Velde y Druc 1999; Banning 2005: 174; Palomar 2005: 432).

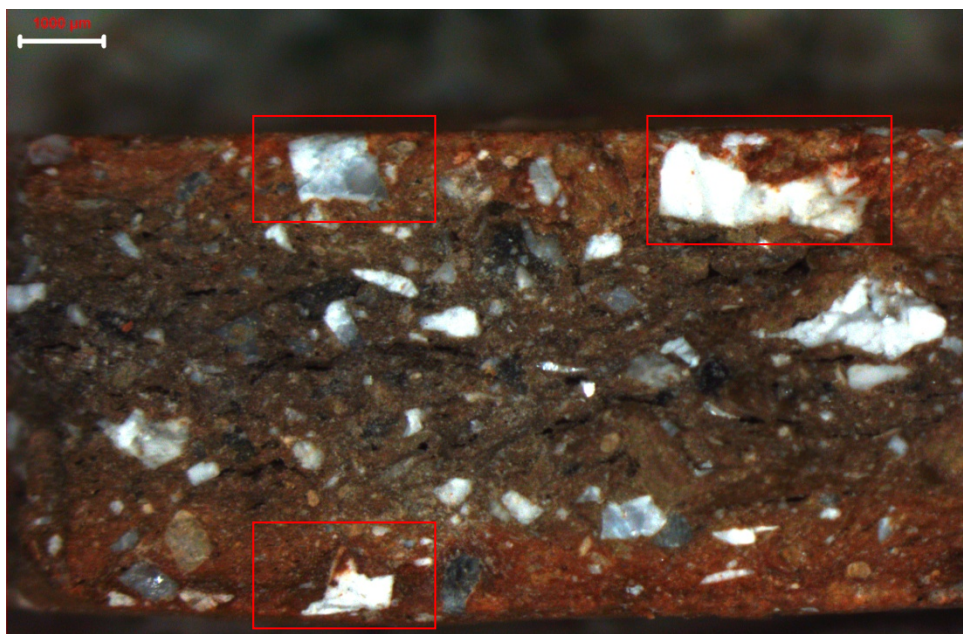


Figura 267. Microfotografía con binocular de la pieza TSF-208 mostrando los efectos del modelado y el alisado de las superficies en la orientación de los desgrasantes.

21.2.1. Bruñidos de aspecto liso y brillante.

Se ha podido consignar en las superficies de algunas cerámicas, especialmente en urnas funerarias (TSF-352, TSF-234 y TSF-459), los restos de marcas y estrías en la superficie dejados por la acción del bruñido (Fig. 268). Esta acción proporciona un brillo metálico a la superficie de la pieza a partir de la orientación de la estructura laminar de los minerales de la arcilla que componen la matriz fina. Este efecto se consigue frotando intensamente con una piel u otro artefacto, por ejemplo un canto rodado, sobre la superficie de la pieza. Además de cumplir las funciones ya señaladas relacionadas con la homogeneización de la superficie, sus beneficios en el secado de la pasta y la reducción de la porosidad, este tratamiento reviste también a la pieza de un brillo particular. Los bruñidos resaltan el valor estético y visual de la pieza permitiendo un alto grado de reflexión de la luz y de la radiación que es transmitida al cuerpo cerámico. Por ello, las piezas bruñidas tienen un aspecto visual más cercano a los metales, a diferencia de las piezas que no presentan este tratamiento, como las espatuladas, que tienen una superficie mate. Este aspecto ha llevado a plantear que las piezas intensamente bruñidas tienen un alto valor simbólico, especialmente en contextos funerarios y rituales (Aranda 2004; Banning 2005: 174).

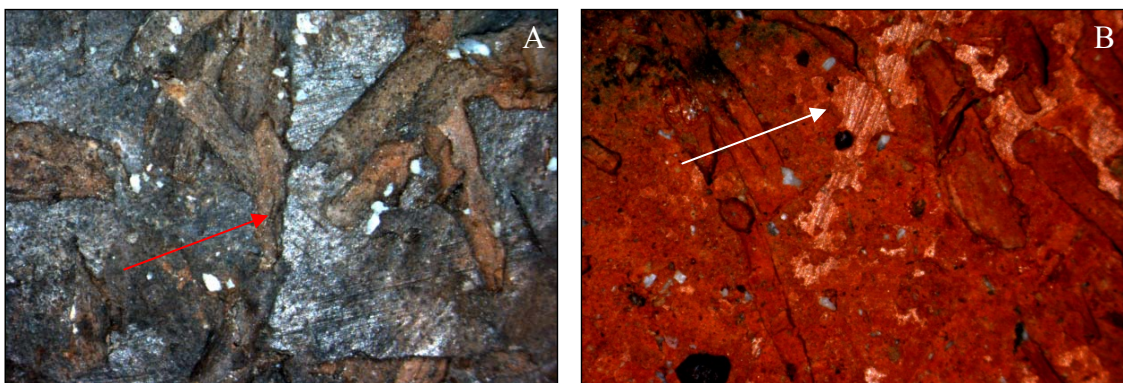


Figura 268. Microfotografías tomadas con binocular mostrando los brillos metálicos causados por bruñidos de la superficie en las piezas A) TSF-352 y B) TSF-459.

21.2.2. Bruñidos de bandas anchas o espatulados.

Otra de las acciones bien documentadas (TSF-326, SM-697; TSB-9/14; TSB-6/66; TSF-252, TSF-239, TSF-1078; TSB-9/81; TSB-9/84) son los espatulados. Éstos se diferencian de los bruñidos por la ausencia del característico brillo metálico mencionado, sin embargo, presentan trazas estriadas orientadas preferentemente que son características de la ejecución de una acción de homogeneización sobre la superficie con algún tipo de herramienta de una dureza superior a la de la pasta (Fig. 269). Tecnológicamente, esta acción tiene consecuencias muy parecidas a las del bruñido: los desgrasantes que sobresalen de las paredes se aplastan contra la matriz y se tapan los poros con la arcilla arrastrada, el resultado final es una superficie menos áspera y más homogénea así como una pieza más deshidratada.

Los espatulados se realizaron en textura de cuero puesto que el trazado de la herramienta deja unos surcos en la superficie donde se levanta arcilla en los bordes, indicando que ésta poseía cierta plasticidad en el momento de su aplicación. Este tipo de marcas contrastan con otras constatadas que son muy parecidas aunque en están orientadas en distintas direcciones y no realizan estos surcos ni levantan la arcilla (TSF-1082), evidenciando que probablemente se realizaron cuando la pieza estaba ya cocida. Probablemente estas últimas trazas no deban asociarse con un tratamiento de homogeneización de la superficie, sino con labores de mantenimiento de la pieza, como su lavado tras el uso (Skibo 1992). Tampoco hay que descartar que estas marcas sean producto de la limpieza y la gestión de la propia pieza en el laboratorio tras su recogida en la excavación por parte de los arqueólogos.

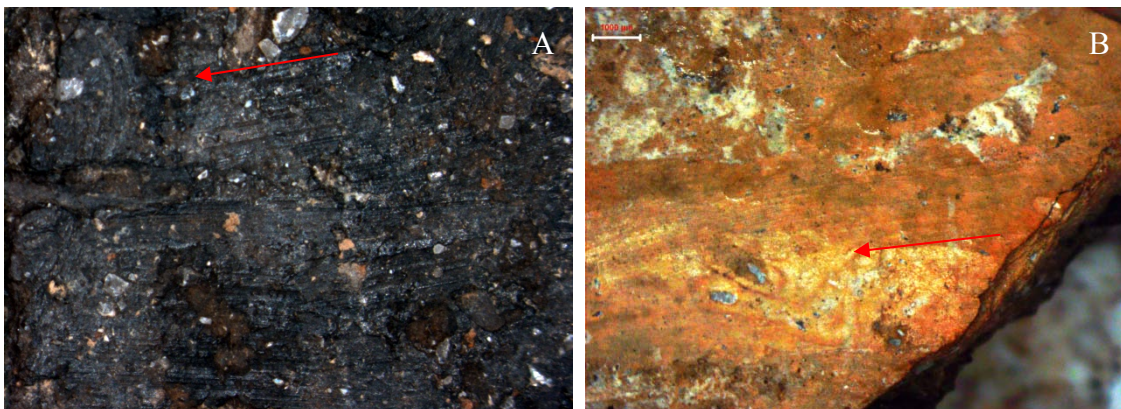


Figura 269. Microfotografías con binocular mostrando trazas paralelas a consecuencia del espatulado sobre la superficie de las piezas A) TSF-326 y B) SM-697.

22. PROCESO DE COCCIÓN DE LAS CERÁMICAS.

“The benefits of one ceramic firing technology over another are not absolute, but depend upon the interaction of multiple environmental, economic and social factors, as well as the specific design of firing facilities.”

C. Pool (2000: 61)

22.1. Marco teórico y experimental.

Muchos alfareros consideran el momento de la cocción de las piezas, junto con el de selección de la materia prima, como una de las fases más importantes dentro del proceso de fabricación, ya que ambos procesos son irreversibles. En este proceso se producen importantes cambios en la cerámica que pueden afectar de forma diferente a los distintos componentes que conforman la pasta dependiendo de su naturaleza. Ante el calor, las reacciones químicas se suceden en la pasta, algunos minerales reaccionan mientras otros nuevos pueden formarse a partir de los que han reaccionado. En el proceso cerámico, la micro-estructura final de la pieza estará condicionada por dos aspectos básicos (Linares *et al.* 1983; Cuomo Di Caprio 1984; Dawson y Kent 1987; Sillar 2000; Vázquez Varela 2003; Livingstone-Smith 2007: 22):

- a) La pasta: El producto final obtenido dependerá de la composición química y mineralógica de los componentes que conforman la pasta, es decir la arcilla y los desgrasantes. También influirá la granulometría de los mismos así como el grado de compactación y de porosidad de la pieza. Finalmente, el grado de homogeneidad de la pasta también determinará la conducta de la pieza durante la cocción.

- b) Estrategia de cocción: La estrategia de cocción implica desde el tipo de estructura que se utiliza para la cocción de las piezas, la colocación de las piezas en la misma hasta el tipo de combustible utilizado para calentar la estructura. Todos estos factores tendrán consecuencias en la temperatura alcanzada a lo largo de la cocción, en la duración de la misma así como en la atmósfera de cocción que predomina en cada una de las fases que comprenden esta parte de la cadena operativa.

Como vemos, abordar la cocción de las piezas cerámicas implica contemplar un alto número de variables que están estrechamente interrelacionadas, sin embargo, muchas de ellas quedan reflejadas sólo indirectamente en las vasijas que estudiamos. Algunos autores plantean, para solventar estas dificultades, la combinación del estudio de las muestras arqueológicas junto con evidencias etnográficas y la propia experimentación para sugerir las distintas posibilidades y alternativas de que disponían los alfareros para cocer un determinado producto. A partir de un marco de referencia etnográfico y experimental en combinación con el análisis de las pastas se pretende plantear una serie de hipótesis sobre las estrategias de cocción utilizadas.

Las estrategias de cocción pueden ser muy complejas¹⁵⁹ y no existe una correlación directa entre estructuras de combustión, temperaturas, tiempo de cocción y combustibles. Las alternativas que pueden utilizarse son muy variadas, y a pesar de que existen ciertas tendencias generales no todos los fenómenos responden a modelos universales establecidos. De todos modos, suelen predominar interpretaciones simplistas y lineales en lo que a la cocción de las cerámicas se refiere. Por ejemplo, tradicionalmente se suele asociar la utilización de hornos con cámara con cerámicas modeladas a torno y cocidas a altas temperaturas. Sin embargo, hay casos donde este tipo de producciones a torno han estado expuestas a bajas temperaturas. Lo mismo sucede con las cerámicas a mano. Se considera que las cocciones abiertas tienen escaso poder calorífico, sin embargo en condiciones especiales, éstas pueden alcanzar los 900-1000 °C. En definitiva, la complejidad y el amplio abanico de posibilidades vinculado a la cocción exige de todos los datos disponibles para referirnos a esta fase de la cadena operativa, así como de cierta precaución a la hora de realizar interpretaciones fundamentadas únicamente a partir de una variable, como la temperatura (Gibson y Woods 1990: 30, 50-51; Waldren 1991; Gosselain 1992; Vázquez Varela 2003; Livingstone-Smith 2007).

¹⁵⁹ Por ejemplo, la cerámica utilizada para cocer pan en los Balcanes, se cuece en hogares domésticos al mismo tiempo que se realiza el primer uso de la misma. Es decir, la cerámica se cuece simultáneamente a la cocción de los alimentos que ésta contiene (Djordjevic 2003).

Como puede observarse, la cocción es un proceso complejo que requiere de múltiples conocimientos por parte de los ceramistas para la consecución de un producto final óptimo. Éstos deben saber el momento y el lugar adecuados para realizar la cocción, lo que implica ciertos conocimientos de meteorología¹⁶⁰ y el mantenimiento de una estrecha relación con el entorno puesto que deben conocer qué combustibles y emplazamientos utilizar. Se produce así mismo en este proceso un estrecho vínculo con las estructuras que utilizan los alfareros en la producción y con las propias piezas que fabrican puesto que éstas deben colocarse adecuadamente en la estructura según sus características y necesidades. Finalmente, deben conocer las distintas fases y cambios físicos que experimenta la pasta durante el proceso de calentamiento.

Una combinación adecuada de todo este conocimiento dará lugar a cerámicas “cocidas apropiadamente”. Este complejo proceso puede favorecer, en determinadas sociedades, al surgimiento de individuos especializados en esta fase de la producción donde sólo los alfareros familiarizados con los métodos tradicionales de cocción pueden cocer las cerámicas adecuadamente¹⁶¹. Por otro lado, la estrategia de cocción puede estar condicionada por aspectos sociales y económicos relacionados con la organización de la producción. En este sentido, el espacio o el tipo de combustibles disponibles para realizar la cocción pueden favorecer el uso de determinados tipos de estructuras, por tanto éstos son factores que pueden determinar también los rasgos de la cocción y del producto final (Pool 2000; Sillar 2000).

La complejidad que supone abordar el propio proceso de cocción a nivel técnico exige de una metodología que combine variados métodos analíticos con tal de diagnosticar, en la medida de lo posible, las relaciones existentes entre el proceso de cocción y la micro-estructura de la pieza. En este sentido, se han abordado las transformaciones en la pasta ligadas a fenómenos térmicos a partir del análisis del registro cerámico mediante la combinación del análisis petrográfico, binocular, difracción de rayos X y SEM.

¹⁶⁰ Por ejemplo, en Tabasco (México) la cocción se realiza sólo cuando hay luna llena y un sol brillante (Gallegos y Armijo 2008).

¹⁶¹ Existen casos, como en Tícul, donde numerosos alfareros no realizan esta fase sino que mandan sus piezas sin cocer a especialistas en la cocción. Estos especialistas utilizan además espacios de trabajo adecuados para realizar cocciones a mayor escala (Arnold 1999).

Las conclusiones obtenidas se han complementado con la realización de algunos análisis experimentales de re-cocción sobre piezas arqueológicas utilizando DRX con cámara de alta temperatura así como análisis termométricos (ATD-ATG-DSC) efectuados sobre muestras experimentales creadas especialmente con tal propósito¹⁶². Las re-cocciones de material arqueológico o de réplicas experimentales suelen utilizarse en los estudios de arqueometría cerámica para crear patrones de comportamiento de la temperatura comparables con el registro arqueológico y suponen una herramienta útil para contrastar la temperatura de cocción estimada en las vasijas (Mainman 1982; Buxeda 1995; Tsantini 2007: 139).

22.1.1. Pasta cerámica.

En el proceso de cocción, se evidencian y agudizan las diferencias, ya tangibles en anteriores fases, entre las características y las cualidades de las distintas pastas consignadas. Algunos índices diferenciales entre los distintos tipos de pastas que han podido establecerse durante la fase de secado siguen activos durante la cocción. El comportamiento térmico de las muestras resulta coherente con su composición mineralógica y química, y las diferencias observadas entre las diversas pastas han podido relacionarse básicamente con la presencia de distintos desgrasantes introducidos intencionalmente en la pasta. La introducción de diferentes materiales favorece, por tanto, una gran variabilidad en el comportamiento de las pastas dentro del proceso de cocción. Sin embargo, las transformaciones de la matriz arcillosa que deben contemplarse en las piezas son de tipo más genérico y con un carácter más homogéneo puesto que, como se ha visto, los minerales de la arcilla que predominan en las pastas son prácticamente los mismos para todas las piezas. Podemos sintetizar que la reducción de peso observada tras el calentamiento de las muestras experimentales analizadas con métodos termométricos debe relacionarse con la presencia de cationes de agua absorbida por los filosilicatos, la oxidación de la materia orgánica y con la descomposición de los filosilicatos y carbonatos presentes en la pasta.

¹⁶² Se han utilizado las mismas muestras contempladas en el estudio del comportamiento en la fase de secado utilizando como base arcilla del Paleógeno del *Comellar de Sa Terra dels Gerrers (Santa Ponça)*. A esta arcilla se le añadió, por un lado, un 20% de calcita cristalina (en volumen) y, por otro, un 20% de materia orgánica. Para una descripción en detalle del protocolo experimental utilizado consultar Alberó (2010).

A continuación, nos vamos a centrar en las diferencias que se producen en el comportamiento termométrico de las pastas según los compuestos que más interesan por su predominio en las mismas: la matriz arcillosa, la materia vegetal y los carbonatos. Primero se va a realizar una aproximación general al comportamiento térmico de la matriz arcillosa de las muestras en base a un marco teórico y experimental puesto que, como se ha comentado, ésta resulta más homogénea en todas las piezas. Posteriormente, se tratarán las especificidades que introducen en las pastas determinados desgrasantes e inclusiones.

22.1.1.1. Matriz arcillosa.

Tras la fase de secado el proceso de deshidratación de la pasta continúa durante la cocción. Una vez la pieza se empieza a cocer, la eliminación total de agua de absorción de la estructura laminar se produce a 110 °C. El gráfico ATD-ATG-DSC, obtenido de las muestras experimentales, evidencia en todos los casos la pérdida de agua absorbida presente en la muestra, entre los 50 y los 110 °C, generando un pico endotérmico muy abrupto (Papadopoulou *et al.* 2006).

La curva DSC muestra una serie de cambios de fase entre 125 y 150 °C, poco acusados que no se detectaron en los análisis ATD-ATG y que deben de relacionarse con la remoción de agua higroscópica de los filosilicatos y la materia orgánica. Es importante contemplar esta reacción a la hora de elegir la estrategia de cocción y los materiales usados en las pastas ya que el agua, que permanece atrapada en los microporos de la matriz tras la fase de secado, se convierte en vapor expandiéndose y aumentando su volumen. Si el vapor no encuentra una vía de escape apropiada entre la arcilla la presión crece y puede forzar la aparición de desconchados circulares en el exterior de las paredes de la vasija (Cuomo Di Caprio 1984: 130; Gibson y Woods 1990: 24; García y Calvo 2006). Este proceso, que puede ser muy agresivo, ha podido observarse en las cocciones experimentales realizadas con arcillas del Paleógeno del entorno de *Santa Ponça*.

Posteriormente, se elimina progresivamente el agua de constitución de los minerales arcillosos (450-800 °C). El amplio rango de temperatura señalado está en función del tipo de filosilicatos presentes en la arcilla y de la atmósfera de cocción utilizada que influirá en su temperatura de deshidroxilación. Al igual que sucede durante la fase de secado, los minerales de la arcilla sufren al deshidratarse un proceso dinámico de dilatación y encogimiento, jugando el desgrasante un rol muy importante ya que actúa como un esqueleto en la pasta. La adición de desgrasante favorece, además, una textura más abierta que mejora la deshidratación y la distribución del calor por la pasta durante la cocción evitando fracturas en esta fase.

A 500 °C se produce un pico endotérmico en los análisis ATD-ATG ligado a la descomposición de determinados minerales de la arcilla, como la clorita y la montmorillonita, que suelen experimentar cambios de fase a una temperatura relativamente baja. La baja temperatura de descomposición de estos minerales explica por qué no han podido documentarse en las cerámicas arqueológicas, éstos se habrían destruido durante el calentamiento. Podemos afirmar que, probablemente, en las fuentes de materia prima habría más minerales de la arcilla, pero éstos se habrían descompuesto por acción de la cocción.

A diferencia de la clorita y la montmorillonita, la illita y la moscovita son fases cristalinas de los minerales de la arcilla que se han podido identificar de forma mayoritaria en el registro arqueológico analizado. Ello se debe a que la deshidroxilación de la illita se produce generalmente entre 600 y 700 °C. Después, la pérdida de agua no afecta a su estructura, manteniéndose la illita en su forma anhidra hasta los 850-1000 °C, dependiendo de su grado de cristalización. Ello significa que no se aprecia una reducción significativa en el peso y el volumen de los filosilicatos hasta ese rango de temperaturas. Desde el momento que se elimina el agua de constitución de los minerales de la arcilla se produce una reducción drástica de la elasticidad de la pasta y del encogimiento. En este momento se produce la cohesión permanente de las partículas arcillosas generando un material resistente al agua y con ciertas propiedades mecánicas, apto ya para su utilización como recipiente cerámico. A partir de este punto de la cocción la reintroducción de agua en la estructura molecular de los minerales de la arcilla es imposible.

Si se aumenta la temperatura durante la cocción se asiste a la destrucción total de la estructura cristalina de los filosilicatos. Este fenómeno se conoce como vitrificación y supone la desorganización total de las moléculas, llegados a este punto el reconocimiento de muchos de los minerales de la arcilla será imposible. En el caso de los filosilicatos constatados hay que señalar que la presencia de potasio en la estructura de la illita le proporciona cierto poder fundente en el proceso cerámico. En los análisis experimentales este proceso de vitrificación se produce a 925 °C, cuando se detecta, en todas las mezclas preparadas, una ligera reducción de peso que debe relacionarse con la pérdida de estructura de la illita y la moscovita. Durante este proceso, se observa la existencia de un pico exotérmico de escasa entidad que debe vincularse con la formación de la fase vítrea en la muestra. Las fases que suelen aparecer al destruirse la illita son espinela, que se mantiene hasta los 1200 °C, y mullita, que aparece a partir de la formación de vidrio desde los 1100 °C (Worrall 1975: 148; Navarrete y Capel 1977; Capel 1983; Linares *et al.* 1983; Echalié 1984: 12; Rice 1987; Murad y Wagner 1996; Buxeda *et al.* 2002; Bernal *et al.* 2003; Livingstone-Smith 2007: 19-20; Jordán *et al.* 2008).

22.1.1.2. Pastas calcáreas.

Como se ha señalado anteriormente, los efectos de la cocción en las piezas no dependen sólo del tipo de minerales de la arcilla presentes en la pasta sino también de los desgrasantes utilizados y los anti-plásticos presentes. De este modo, en el registro analizado el principal problema en el proceso de cocción lo entraña la utilización de arcillas calcáreas y desgrasantes carbonatados como la calcita cristalina, las calcarenitas o las calizas. En estas pastas, donde predomina el carbonato de calcio (CaCO_3) se incrementa fácilmente el grado de porosidad de la pieza durante la cocción (Cuomo di Caprio 1984: 33) en forma de vacuolas, observables macroscópicamente, que pueden ser perjudiciales para que la cerámica realice algunas funciones¹⁶³.

¹⁶³ Para evitar una excesiva porosidad en este tipo de pastas pueden añadirse otros materiales no plásticos a la pasta como cuarzos, el objetivo final es el de conferir de mayor resistencia final a la pieza (Padial 1999: 172).

Este incremento de la porosidad sucede especialmente cuando la pieza es sometida a temperaturas superiores a 750 °C. En los análisis realizados a partir de patrones experimentales ATD-TGA (Fig. 270 y 271) se constata el inicio de la descomposición de los carbonatos desde los 650 °C. Se documenta la total destrucción de los carbonatos presentes en la muestra en polvo desgrasada con calcita a los 800 °C, aunque la temperatura de descomposición total se redujo a 780 °C en las muestras que no se habían desgrasado con este mineral. Esta reacción provoca una pérdida de peso importante en las muestras (10.4-16.5%), siendo, lógicamente, más notable a medida que aumenta la cantidad de calcita presente en la mezcla¹⁶⁴. Este cambio de fase generó además un pico endotérmico muy abrupto especialmente en la pieza a la que se añadió calcita cristalina¹⁶⁵ con un máximo a 780 °C. Se ha confirmado entonces que más del 50% del peso perdido por estas pastas durante el proceso de calentamiento se produce por la descomposición de la calcita. Tras el proceso de calentamiento a 1000 °C, la muestra experimental desgrasada con calcita mostró una reducción de peso un 5.8% mayor que las que no presentaban este mineral añadido. Ello indica que esta mayor reducción de peso está claramente asociada con la introducción de calcita en la pasta.

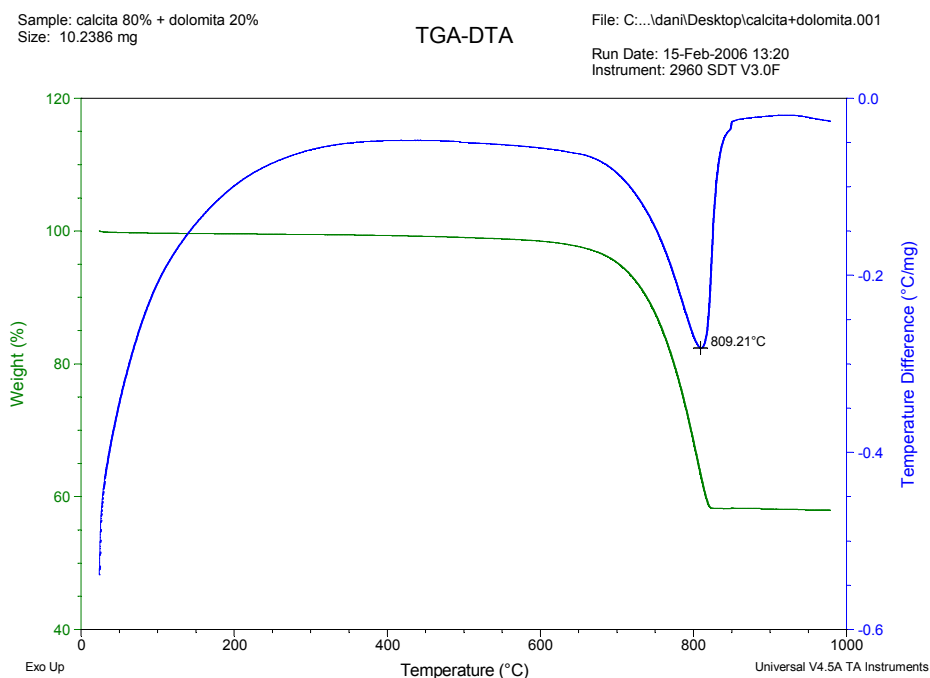


Figura 270. Patrón experimental ATD-TGV mostrando el comportamiento de un compuesto con 80% calcita y 20% de dolomita. Obsérvese la presencia de un pico endotérmico y la descomposición de los minerales a 809°C. (Patrón cortesía del Dr. Joan Cifre, Laboratorio de Propiedades Físicas y Metrología, UIB).

¹⁶⁴ La arcilla en bruto perdió un 12.2% de peso y la que contenía vegetal tan solo 10.4%.

¹⁶⁵ En la muestra de arcilla y la muestra desgrasada con vegetal el máximo se produjo a 760°C.

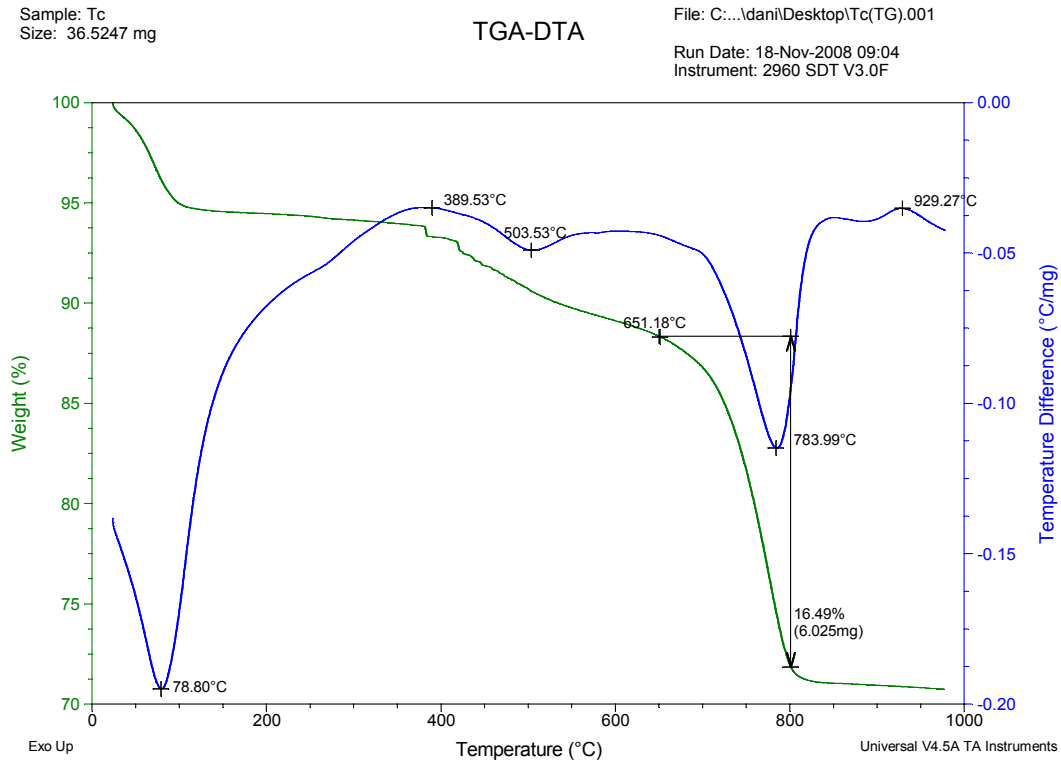


Figura 271. Gráfico ATD-TGV mostrando el comportamiento termométrico de la muestra experimental desgrasada con calcita.

La estabilidad de la calcita representa un problema complejo en cerámica, bajo condiciones donde el carbonato de calcio es sometido a calentamiento hasta su descomposición (650-898°C) se produce una fase muy inestable conocida como óxido cálcico. Este cambio de fase genera un gran estrés en la pieza que puede provocar la aparición de fracturas, además, el óxido cálcico es higroscópico por lo que absorbe humedad del ambiente dando lugar a su forma hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Esta hidratación, que se produce de forma inmediata, implica un aumento del volumen de los cristales lo que acaba causando el colapso de la cerámica mediante la hinchazón de los desgrasantes (Fig. 272). Este proceso causa, en función de la temperatura alcanzada, el tiempo de exposición a la máxima temperatura y la cantidad así como el tamaño de los carbonatos, desde fracturas en la pieza derivadas de la gran tensión a la que está sometida hasta su pulverización total¹⁶⁶.

¹⁶⁶ Experimentos de re-cocción con piezas arqueológicas ricas en calcita de fractura realizados por la Dra. Irina Zhuravleva (Universidad de Pula, Rusia), en horno eléctrico a 1000 °C y durante 1 hora, documentaron la pulverización total de las pastas en un plazo de 24 horas tras la exposición de la pieza a la humedad ambiental.

En definitiva, si la temperatura de cocción ha sido lo suficientemente alta y ésta se ha mantenido durante cierto el tiempo, la calcita reaccionará completamente y la cerámica estallará. Este proceso será más perjudicial cuanto más grande sea el tamaño de grano. Por tanto, la producción de cerámicas altamente calcáreas requiere de un conocimiento técnico profundo en relación a las temperaturas, los tiempos y las atmósferas de cocción que deben utilizarse para cocer las piezas con éxito (Cuomo di Caprio 1984: 33, 131; Stepoinatis 1984; Arnold 1985; Rice 1987: 98; Schiffer y Skibo 1987; Feathers 1989:580; Gibson y Woods 1990: 197; Hoard *et al.* 1995; Padial 1999: 169-174; Olaetxea 2000: 75-76; Risch y Gómez Gras 2003; Drebushchak *et al.* 2005; Morales 2005: 191; Shoval *et al.* 2006; Lull *et al.* 2008: 140).

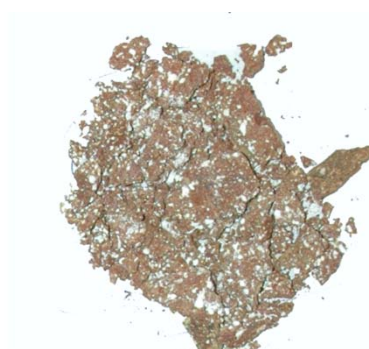


Figura 272. Fotografía de un fragmento cerámico recocido a 1000 °C durante una hora y pulverizado de forma natural tras 24 horas de exposición a temperatura y humedad ambiente (Foto: J. García Rosselló).

Se ha comentado la temperatura obtenida a la que se disoció el carbonato cálcico en los análisis de ATD-ATG. Sin embargo, hay que señalar que la reacción de los carbonatos se produciría en las muestras arqueológicas a temperaturas más elevadas ya que la granulometría influye también en la temperatura de reacción de la calcita. Durante el calentamiento a estas temperaturas los granos más grandes y ubicados en el núcleo de las pastas dan lugar a masas de CaO que se agrietan y resquebrajan pero que persisten a temperaturas a las que, teóricamente, deberían haberse incorporado a nuevas fases de alta temperatura. Este parámetro, junto a otras variables como el grado de cristalinidad, permite un amplio rango de temperaturas (500-900 °C) en los que situar esta reacción, tal y como refleja la bibliografía¹⁶⁷.

¹⁶⁷ Sobre este tema existe abundante bibliografía (Navarrete y Capel 1977; Capel 1983; Linares *et al.* 1983; Bronitsky y Hamer 1986:97; Budak 1991:54; Rice 1987: 410; Gibson y Woods 1990: 112, 197-198; Hoard *et al.* 1995; Capel y Moir 1997; Padial 1999: 169-175; Buxeda *et al.* 2002; Drebushchak *et al.* 2005; Palomar 2005; Maritan *et al.* 2006; Shoval *et al.* 2006; Papadopoulou *et al.* 2006; Maritan *et al.* 2007; Mahmoudi *et al.* 2008).

Esta última consideración es relevante puesto que el tamaño de las partículas de calcita va a determinar la formación de fases de alta temperatura, siendo éstas más probables si el tamaño de grano es más pequeño a partir de 750 °C. Si el grano de la calcita es de tamaño grande su descomposición total se producirá a menos de 900 °C. Sin embargo, resulta conveniente buscar cierto equilibrio granulométrico ya que un tamaño de partícula grande puede evitar ciertas reacciones nocivas en los granos de calcita pero una gran cantidad de desgrasantes excesivamente grandes puede favorecer también la aparición de fracturas durante la cocción.

De este modo, Bronitsky y Hamer (1986: 96), establecen una relación positiva entre el tamaño del desgrasante y el riesgo de aparición de fracturas durante la cocción, tanto si éstas son de origen térmico como mecánico. J. Capel (1986) constata experimentalmente que la frecuencia y el tamaño del desgrasante es un factor decisivo, incrementándose el riesgo de fractura a partir de una frecuencia del 20-30% y un tamaño superior a los 2 mm.

En este sentido, el patrón de molienda de la mayoría de los granos de calcita cristalina, triturados hasta un tamaño sub-milimétrico, se ajusta muy bien a este rasgo técnico. Por un lado, en las piezas con abundante calcita cristalina los desgrasantes presentan un tamaño lo suficientemente grueso para retrasar su reacción. Por otro, éste resulta lo bastante fino para minimizar la generación y propagación de fracturas a causa de una expansión térmica diferencial.

En todo caso hay que señalar que en los análisis termo-gravimétricos realizados se utilizó la muestra en polvo por lo que, probablemente, los carbonatos de las muestras experimentales reaccionaron a temperaturas inferiores a los de las cerámicas arqueológicas debido a un menor tamaño de grano de las partículas. Para constatar estas diferencias en la temperatura de descomposición de la calcita en función del tamaño de grano se decidió realizar la re-cocción experimental de algunas muestras arqueológicas¹⁶⁸ (TSF-236 y TSF-236). Para ello se han utilizado pastas con distinto tamaño de grano pero coincidentes en presentar un alto contenido en calcita¹⁶⁹ en los difractogramas de DRX (>64%) y con una alta cantidad de cristales translúcidos romboidales en el examen con binocular (Cuadro 50).

¹⁶⁸ El procedimiento experimental puede consultarse en detalle en Alberó (2010).

¹⁶⁹ Se ha optado por muestras con una alta cantidad de calcita ya que la descomposición del carbonato sólo es perceptible cuando el contenido de éste es mayor del 10%.

El instrumental utilizado para realizar el experimento ha consistido en un horno eléctrico *PSelecta* diseñado para cocer cerámica con un pirómetro controlador de temperatura¹⁷⁰. En cada re-cocción, una vez alcanzada la temperatura máxima establecida, ésta se ha mantenido durante 30 minutos. Los fragmentos de estas piezas han sido sometidos a una re-cocción en atmósfera oxidante¹⁷¹ a distintas temperaturas que comprenden un arco entre 650 y 850 °C (650 °C, 700 °C, 750 °C, 800 °C, 850 °C).

Tras la cocción de las muestras se ha determinado, mediante difracción de rayos X (DRX) empleando diagrama de muestra total, los cambios en la composición mineralógica de cada uno los individuos testados así como la aparición de nuevas fases minerales (Fig. 273). En los análisis de DRX realizados se aprecia claramente la disminución progresiva del pico principal de calcita (3.03 Å) desde los 650 °C. En este primer estadio los iones de calcio procedentes del carbonato se difunden rápidamente hacia las partículas de cuarzo, feldespatos y filosilicatos. Experimentos efectuados por otros autores demostraron que si se aumenta el tiempo de cocción a una hora, a 750°C, se produce la descomposición total del carbonato cálcico (Olaetxea 2000: 75).

Este hecho indica que las cerámicas arqueológicas que pudieron alcanzar esta temperatura, mantuvieron poco tiempo la temperatura máxima de cocción, probablemente durante menos de 30 minutos. Esta premisa, junto con los experimentos realizados aquí, contradicen las hipótesis observadas por otros estudios de cerámica protohistórica centrados en Baleares (Palomar 2005) donde se incide en que tan solo un minuto a una temperatura de 700°C resulta suficiente para hacer reaccionar todos los carbonatos presentes en la pasta. Aunque la disminución de la intensidad de los picos de calcita es clara, nuestros análisis señalan que en pastas extremadamente calcáreas formadas por componentes de granulometría gruesa esta reacción se retrasa, incluso en ambientes oxidantes, hasta los 800 °C. A pesar de que la formación de óxido de calcio es evidente tras una cocción de media hora a 800 °C, todavía persiste en la pasta una cantidad notable de calcita. La presencia residual de calcita (18%) se documenta incluso en la pasta, tras someter a la pieza TSF-235, de granulometría media-fina (300-800 µm = 51.5%), a 30 minutos de cocción en atmósfera oxidante a 850 °C.

¹⁷⁰ Los experimentos de re-cocción de cerámicas arqueológicas se realizaron en la *Sección de Fisicoquímica y Geoquímica mineral de la Estación Experimental del Zaidín (CSIC, Granada)*.

¹⁷¹ Este tipo de hornos no permiten, en condiciones normales, realizar cocciones con atmósfera reductora, resultando siempre ésta oxidante (Padial 1999).

Cuadro 50. Muestras cerámicas utilizadas en la re-cocción experimental, evolución de las fases mineralógicas detectadas por DRX (semi-cuantificado mediante método de Schulz) y textura de las piezas (% en volumen).

Muestra	°C	Ilita	Cuarzo	Calcita	Óxido de calcio	< 300 μm	300-800 μm	>800 μm
TSF-236	-	19	2	78	-	8.1%	35.5%	56.5%
	650	25	2	73	-			
	700	33	3	64	-			
	800	40	2	54	4			
TSF-235	-	27	9	64	-	48.7%	51.3%	-
	850	59	16	18	7			

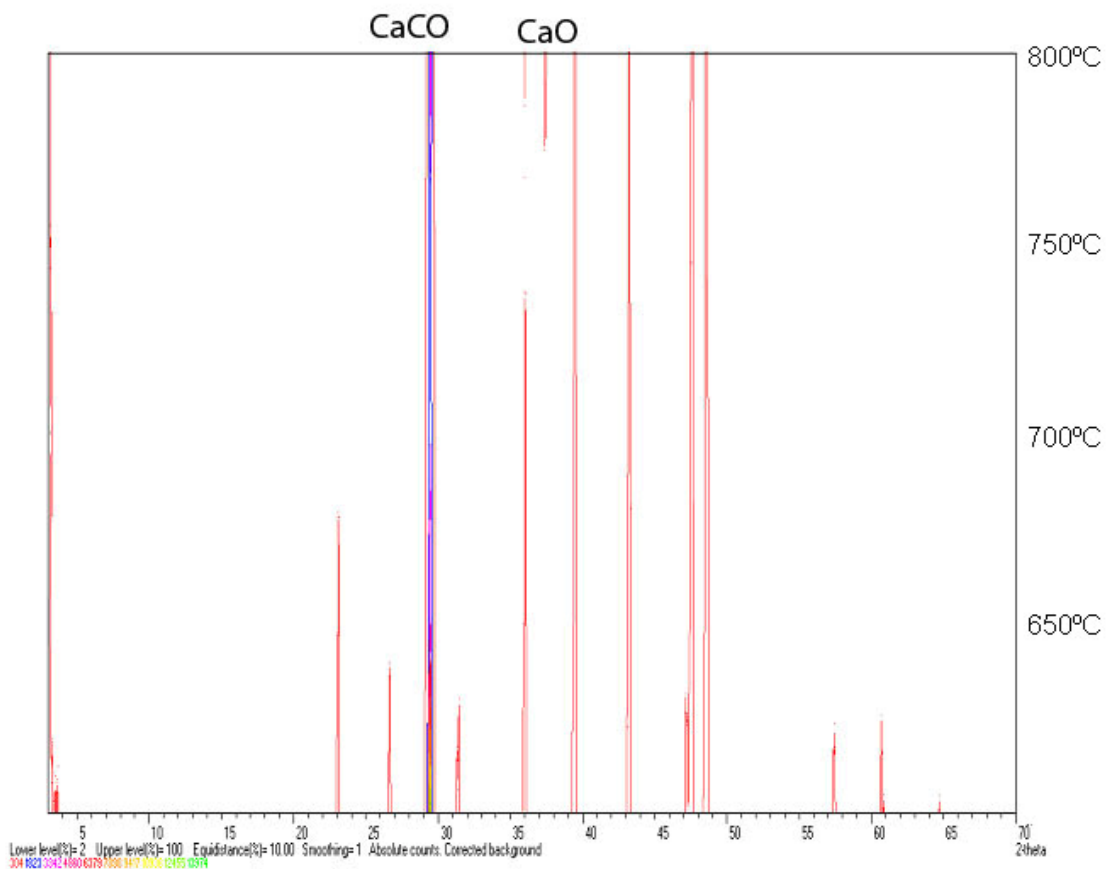


Figura 273. Difractogramas de rayos X mostrando la evolución de las fases minerales observadas en la pieza TSF-236 y los cambios que experimenta ésta con el calentamiento, nótese la incipiente descomposición de los filosilicatos, y de la calcita desde 700 °C, y la aparición de un pico vinculado al óxido de calcio a 800 °C.

Como se ha observado, el proceso de calentamiento de las piezas a temperaturas superiores a 800 °C favorece la descomposición de los carbonatos¹⁷² que reaccionan con los filosilicatos dando lugar a la cristalización de calco-silicatos y calco-alúmina-silicatos de alta temperatura. De este modo, suele aparecer, tras la descomposición de los mismos ghelenita, pero en ocasiones, se pueden documentar también dióxido, hematites, wollastonita o anortita, ésta última solapándose con los picos de feldespato alcalino. Al mismo tiempo, la aparición del CO₂ originado en la reacción provoca el desarrollo de una estructura celular en la matriz cerámica. Si se aumenta la temperatura a 1050 °C se deja de registrar gehlenita y hematites y ganan intensidad los picos de piroxeno y plagioclasas (Navarrete y Capel 1977; Mainman 1982; Capel 1983; Linares *et al.* 1983; Murad y Wagner 1996; Capel y Moir 1997; Padial 1999: 169-175; Riccardi *et al.* 1999; Buxeda *et al.* 2002; Ortega *et al.* 2005; Shoval *et al.* 2006; Jordan *et al.* 2008; Buxeda y Madrid 2009; Buxeda y Tsantini 2009).

Sintetizando, la reacción de la calcita en la pasta va a producir fases de alta temperatura que se van a formar en la cerámica. La alta presencia de calcio dará lugar, al combinarse con el aluminio y la sílice procedente de los filosilicatos, a un gran desarrollo de los picos de plagioclasas de alta temperatura (anortita) y a la cristalización de gehlenita. En los experimentos de re-cocción mediante DRX con cámara de temperatura de la muestra en polvo de la pieza calcárea TSF-236 se ha podido constatar aquellas fases que resultan más probables en este tipo de pastas. Por un lado, se observa (Fig. 274 y 275) la progresiva pérdida de intensidad de los picos de calcita que desaparecen entre 750-850°C, temperatura a la que empiezan a formarse nuevas fases como: gehlenita (2.80-2.88 Å), óxidos de hierro como hematites (2.70 Å) y magnetita (2.53 Å), espinela (2.43 Å), plagioclasas de alta temperatura como anortita (3.21 Å), cuarzo β (3.39 Å), dióxido (3.01 Å) y wollastonita (2.99 Å).

¹⁷² Incluyendo los microfósiles presentes en los sedimentos y fragmentos de rocas calcáreas, como las calcarenitas o las calizas. Éstos, al estar formados por componentes carbonatados como calcita y aragonito (Calvet *et al.* 1980), también se verán afectados por este proceso de descomposición. Los que están formados por aragonito reaccionarán en torno a 500 °C, transformándose en calcita y descomponiéndose posteriormente a temperaturas inferiores a 750-800 °C (Quinn 1999; Quinn y Day 2007; Livingstone-Smith 2007: 21).

Por otro lado, durante la cocción el componente calcáreo presente en la pasta, especialmente si se trata de calcita micrita¹⁷³, afecta también a la gama cromática de la pieza. En ambientes oxidantes las cerámicas altamente calcáreas tenderán a tener una coloración clara con tendencia al rosado o colores crema, dependiendo de la cantidad de calcita que haya en la pasta. Ello se produce por qué las partículas de óxido de hierro decrecen en tamaño si son expuestas a temperaturas que superen los 700 °C y la presencia de calcita en la arcilla dificulta, a los 800 °C, la formación de cristales de hematites. En ambientes reductores, una pieza altamente calcárea tenderá a presentar tonalidades más cercanas al gris claro e incluso al blanco, dependiendo de la cantidad de calcio presente en la pasta. De nuevo la calcita impide la reducción de óxidos de hierro, como la magnetita, que provocan una coloración negra en la pasta (Cuomo di Caprio 1984: 32, 44; Molera *et al.* 1998; Maniatis 2002; Morales 2005: 190; Capel *et al.* 2006).

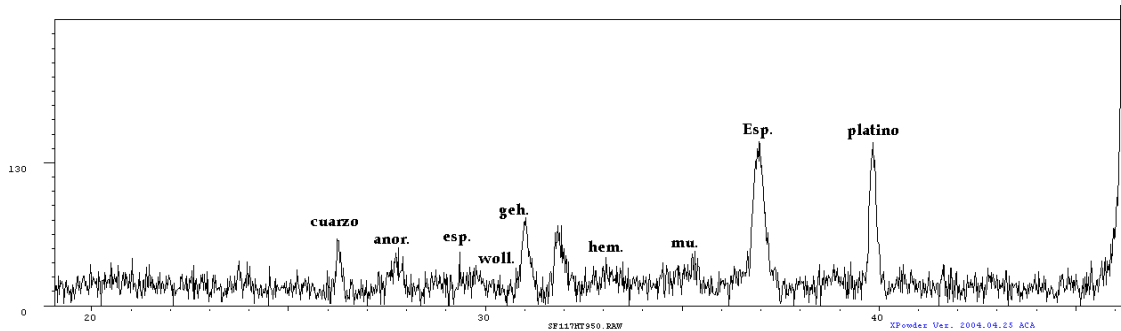


Figura 274. Fases de alta temperatura documentadas en la re-cocción de la muestra TSF-239 a 950 °C con DRX y cámara de alta temperatura, la presencia de platino se relaciona con el porta-muestras utilizado.

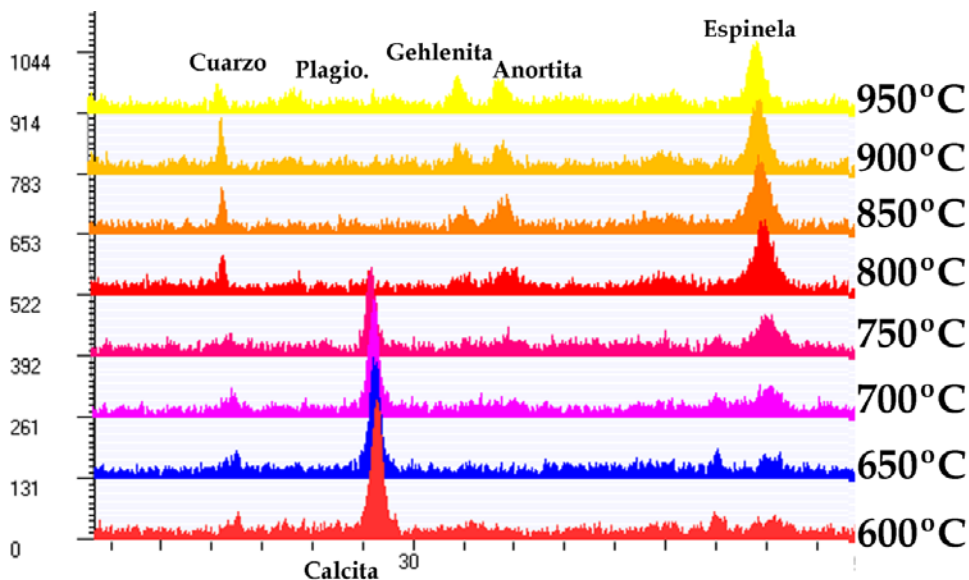


Figura 275. Evolución de las fases minerales documentadas en la re-cocción experimental de la muestra TSF-239 con DRX y cámara de alta temperatura.

¹⁷³ La calcita micrita inicia su descomposición a temperaturas inferiores que la calcita micro-espática o la espática (Olaetxea 2000: 74).

Ya se ha comentado los problemas que entraña la utilización de pastas calcáreas con diferentes texturas durante la cocción de cerámicas. En este sentido, se constatan varias formas para evitar la descomposición de la calcita y conseguir un producto final cerámico apto, funcional y duradero:

a) Cocción a baja temperatura (<700 °C)¹⁷⁴: En producciones que utilizan materias primas con un importante componente calcáreo, donde a menudo las cerámicas se desgrasan con calcita, puede haber una homogeneización en la estrategia de cocción, reduciéndose la temperatura de la misma. En comparación con cerámicas cocidas por encima de esta temperatura, esta estrategia implica la consecución de una cerámica con una menor dureza y consistencia, por lo tanto, se trata de piezas que, en condiciones normales, tienen una vida de uso más limitada que, por ejemplo, la cerámica a torno cocida a 1000 °C (Rice 1984b; Stepoinatis 1984; Gibson y Woods 1990: 197; Spataro 2002: 39; Riederer 2004; Shoval *et al.* 2006).

b) Utilización de ambientes de cocción reductores¹⁷⁵: Este tipo de atmósferas permiten aumentar la temperatura de reacción de los componentes de la pasta unos 50 °C respecto a las oxidantes. Su utilización evita la descomposición de la calcita a los 800 °C y aumenta su temperatura de descomposición hasta los 850 °C, proporcionando, por tanto, una cerámica más dura y consistente. En cambio, podemos suponer que las piezas que conservan intacto este mineral y fueron cocidas en atmósferas oxidantes debieron situarse por debajo de los 750 °C (Cuomo Di Caprio 1984: 131; Rye 1988: 32; Gibson y Woods 1990: 197; Hoard *et al.* 1995; Tite *et al.* 2001; García Orellana *et al.* 2001: 71; Spataro 2002: 39; Ortega *et al.* 2005; Maritan *et al.* 2006).

Como señalan Letsch y Noll (1983: 266, en Spataro 2002: 39) “...*the system CO₂ partial pressure delays the decomposition of calcium carbonate, which first sets in at about 800 °C...At that temperature, the formation of calcium silicates is able to accelerate quite rapidly*”.

¹⁷⁴ Ésta parece haber sido la elección más común en fábricas calcáreas, incluso la cerámica inglesa de época romana se cocía por debajo de los 800 °C para evitar la descomposición de los carbonatos (Mainman 1982; Gibson y Woods 1990: 197).

¹⁷⁵ Existen evidencias en variadas producciones de cerámicas arqueológicas del uso controlado de ambientes o ciclos reductores y oxidantes que son utilizados deliberadamente con finalidades técnicas concretas afectando ello también a otras variables como el color de la pieza (Dawson y Kent 1987; Reid 2001).

c) Adición de sal a la pasta: Para contrarrestar la descomposición de la calcita durante la cocción resulta recomendable la utilización de sal o agua marina para la confección de la cerámica en una proporción aproximada 1:10. Estudios realizados sobre en lámina delgada han permitido observar el efecto que produce la sal en inclusiones calcáreas, la sal contenida en la arcilla reacciona con la calcita durante la cocción atacándola en un primer instante para después dar lugar a componentes estables que inhiben su descomposición. En definitiva, la adición de sal permite incrementar la temperatura de cocción en torno a los 800-900°C. En todo caso, la presencia de sal en las cerámicas puede resultar muy difícil de identificar arqueológicamente, especialmente en pastas con abundantes anti-plásticos y, en nuestro caso, no se ha podido identificar en ninguna muestra (Rye 1976: 121; Arnold 1985: 26; Rice 1987: 98; Schiffer y Skibo 1987; Rye 1988: 32; Gibson y Woods 1990: 199; Skibo 1992; Hoard *et al.* 1995).

d) Cocer las piezas a una temperatura alta (>1000 °C): A partir de 950/1000 °C, la rehidratación del óxido de calcio, y por lo tanto la neo-formación de calcita, es imposible ya que éste pasa a formar parte de la fase líquida a través de la vitrificación junto con la matriz arcillosa. Por otra parte, cuando se alcanzan estas temperaturas y se produce este proceso se reduce enormemente la porosidad de la pasta, lo que favorece la obtención de un producto más consistente y duro (Cuomo Di Caprio 1984: 131-132; Núñez *et al.* 1991; Olaetxea 2000: 75-76; Rice 1987: 98; Shoval *et al.* 2006; Jordán *et al.* 2008).

e) Sumergir las piezas en agua al finalizar la cocción: Esta acción se realiza con la finalidad de que el óxido de calcio se rehidrate bruscamente. De este modo, no se da el tiempo necesario para la formación de cristales de hidróxido que suponen el hinchamiento de los granos y el aumento de volumen de los cristales (Hoard *et al.* 1995; Morales 2005: 192).

En definitiva, la utilización de pastas ricas en calcita tiene la finalidad de favorecer micro-estructuras estables en piezas cocidas a temperaturas bajas. Como se ha señalado, por debajo de los 750 °C, la calcita cristalina es estable y no sufre cambios en su composición. Su estructura no cambia al ser sometida a temperaturas inferiores a la ya mencionada y su materia no experimenta cambios de volumen, como sucede con otros minerales como el cuarzo, reduciendo, por tanto, el riesgo de fracturas.

Esta estabilidad resulta crucial puesto que, en el proceso de cocción, la expansión diferenciada que experimentan los distintos componentes de la pasta resulta uno de los fenómenos que puede inducir al fracaso de la producción. Algunos autores (Gibson y Woods 1990: 27-29) señalan que, en cocciones inferiores a 800 °C, las dilataciones que sufre la pasta son poco acusadas, siendo los cambios de volumen en la arcilla, como se ha visto, mucho más importante en cuerpos cerámicos cocidos por encima de 900 °C. Durante la cocción a bajas temperaturas la pasta cerámica se expande ligeramente y se vuelve más porosa, afectando ello más al peso que al volumen de la pieza. Si durante el calentamiento un mineral presenta un coeficiente de expansión térmica mayor que el de la matriz en la que se inserta, sus partículas se expandirán más rápido que las de la arcilla, ocasionando un gran estrés sobre la vasija. Cuando la diferencia entre la expansión térmica de los anti-plásticos y la matriz excede ciertos límites se generan y propagan múltiples fracturas en la cerámica, normalmente de carácter microscópico. En este proceso influye, por tanto, la temperatura de cocción así como el tipo y el tamaño de los anti-plásticos presentes en la pasta.

Para evitar este tipo de problemáticas, los alfareros pueden eliminar o añadir ciertos materiales de la pasta, como calcita o chamota¹⁷⁶, en función de sus índices de expansión térmica, maximizando las posibilidades de éxito de la cocción. Si la arcilla presenta inclusiones con un alto coeficiente de expansión térmica, y éstas no pueden eliminarse fácilmente, el alfarero puede optar por reducir su tamaño o su presencia en la pasta en la medida de lo posible. En el caso de las producciones constatadas en el registro analizado, la presencia mayoritaria de calcita hace desaparecer completamente este problema potencial, puesto que su uso minimiza el riesgo de fractura por expansión térmica diferencial. La calcita presenta un bajo coeficiente de expansión térmica¹⁷⁷, virtualmente idéntico al de la arcilla cocida a bajas temperaturas. Las rocas calizas, al estar formadas esencialmente por calcita, también tienen un índice de expansión térmica muy parecido al de la calcita de fractura (Steponaitis 1984; West 1992: 134; Hoard *et al.*

¹⁷⁶ La chamota, al estar compuesta de cerámica cocida, presenta un coeficiente de expansión térmica idéntico al de la arcilla, por ello su uso resulta muy apropiado como desgrasante cerámico (Cuomo Di Caprio 1984: 54; West 1992: 114; Gómez Gras y Risch 1999).

¹⁷⁷ Muchos minerales expanden sus celdas cristalográficas cuando son calentados, el rango de expansión puede expresarse en términos de coeficiente de expansión en volumen por unidad de temperatura incrementada (Steponaitis 1984). Los coeficientes de expansión térmica de la calcita (Rosenholtz y Smith 1949) y de diferentes minerales de la arcilla (Mckinstry 1965) fueron establecidos por los mineralogistas desde hace tiempo.

1995; García Orellana *et al.* 2001; Risch y Gómez Gras 2003; Shoval *et al.* 2006; Lull *et al.* 2008: 140).

Una vez realizada una aproximación profunda del comportamiento de este tipo de pastas se va a tratar de abordar el conocimiento que pudo ir ligado al mismo en vistas a desarrollar con éxito la producción cerámica. De este modo, el proceso técnico asociado a la descomposición del carbonato cálcico en óxido de calcio se conoce en el continente desde el Neolítico, cuando se empiezan a documentar los primeros morteros de cal (Shoval *et al.* 2006). Durante la antigüedad, la producción de óxido de calcio a pequeña escala la podían realizar los mismos alfareros según sus necesidades de modo que habrían establecido una estrecha relación con el comportamiento de los materiales calcáreos. Se conocen ejemplos etnográficos, por ejemplo, en la región de *Farib*, donde los alfareros suelen conseguir cal para el autoconsumo al mismo tiempo que realizan la cocción de la cerámica, simplemente insertando pequeñas piedras calcáreas en el horno cerámico (Matson 1989).

En este sentido, resulta interesante señalar como la sabiduría popular mallorquina ha sabido observar y recoger el comportamiento dilato-métrico de la cal viva (CaO) y el comportamiento higroscópico que ésta tiene señalando su gran poder de rehidratación y su aumento de volumen¹⁷⁸. Las tradiciones etnográficas locales de época moderna han explotado intensamente rocas calcáreas para transformarlas en cal mediante hornos y en base a ciertos conocimientos básicos, sin ningún tipo de instrumental especializado. Pese a todo, los antiguos caleros que se dedicaban a la producción de cal eran plenamente conscientes de cuando las reacciones se producían en el horno y habían desarrollado, a partir de observaciones empíricas, una serie de criterios para saber cuando la descomposición del carbonato cálcico se producía en la cocción. Éste conocimiento se basa especialmente en el color del humo y de las piedras. Por un lado, durante la cocción, cuando el carbonato de calcio está reaccionando, el humo es de color blanquecino, cuando posteriormente el humo es de color negro resulta indicativo de que el proceso de descomposición del carbonato ha finalizado. Por otro lado, a los 650 °C la calcita presenta unos cambios de coloración tornándose más blanquecina (Llabrés Ramis y Vallespir Soler 1983; Valero 1989; Ordines 1991 y 1995: 41-62; Vilanova *et al.* 2001: 74-76; Palomar 2005: 320; Andreu Galmés 2006; Andreu Galmés 2008: 247-253; Albero *et al.* 2010).

¹⁷⁸ Un ejemplo de ello es la dicha popular “*Tenir més sed que la calç*” (Ordinas i Marcé 1995: 26).

De un modo parecido al utilizado con la producción tradicional de cal de la isla, los alfareros pudieron desarrollar una serie de criterios empíricos que actuarían como base científica a la hora de realizar operaciones tan complejas como la cocción de materiales calcáreos. Se trata de materiales con los que los individuos estarían muy familiarizados, tanto en relación al proceso de fabricación como con el producto final que debe obtenerse. Hay ciertos indicadores que pueden resultar de utilidad a tal efecto, por ejemplo, el peso de la pieza puede indicar una cocción correcta de la cerámica. Como se ha visto experimentalmente en los análisis ATD-TGV, la descomposición de la calcita conlleva una reducción importante del peso de la vasija que habría resultado perceptible para los alfareros.

22.1.1.3. Pastas orgánicas.

Los efectos que tiene la combustión de la materia orgánica presente en las pastas en los procesos de cocción de la cerámica constituye un tema que ha sido abordado en arqueometría desde hace tiempo mediante la experimentación. La cocción de pastas con abundante materia vegetal genera componentes gaseosos que se liberan a la atmósfera. Estos volátiles se corresponden, entre otros, con vapor de agua y oxígeno así como, dependiendo del tipo de atmósfera y de la circulación de aire, anhídrido o monóxido y dióxido de carbono que procede mayoritariamente de la materia orgánica presente en la muestra. En esta situación, el grado de porosidad y el grosor de la pieza condicionan la liberación y la asimilación de gas entre la pasta y la atmósfera exterior.

Los componentes vegetales que están en la pasta, bien procedentes del humus que se encuentra en los barros utilizados o bien añadidos intencionalmente por los ceramistas, pueden quedar completamente carbonizados durante la cocción aumentando considerablemente la porosidad secundaria de la pasta. Éstos se destruyen por la acción de las temperaturas, dependiendo del tipo de material y de la circulación de oxígeno en la pasta, entre los 200-800 °C, quemándose primero los que están en los márgenes y luego los del núcleo de la cerámica. La combustión de la materia orgánica suele dejar una huella en negativo en la pasta cocida e incluso a veces puede conservarse parcialmente grafitizada en la pasta. De este modo, el desgrasante orgánico proporciona, de forma peligrosa, un importante incremento de porosidad en la pasta tras el proceso de cocción, restando dureza al producto final obtenido (Hodges 1962; Cuomo Di Caprio 1984: 131; Rice 1987: 88; Schiffer y Skibo 1987; Johnson *et al.* 1988; Gibson y Woods

1990: 113; West 1992: 53, 116; Spataro 2002: 36-39; Toledo *et al.* 2004; Morales 2005: 75; Maritan *et al.* 2006; Palomar 2005: 320; Smith y Trinkley 2006; Livingstone-Smith 2007: 20-23; Szákmany y Starnini 2007; Leach *et al.* 2008).

Como vemos, durante el proceso de cocción de pastas ricas en materia orgánica, se producirán movimientos de gases del interior de la vasija hacia las paredes externas. Este fenómeno impide la oxidación de la pasta, genera unos márgenes oxidados poco pronunciados y un núcleo reducido que da lugar a las pastas denominadas comúnmente *sandwich* o de *cuore nero*. En este proceso de descomposición de la materia orgánica se enriquece, por tanto, la cantidad de carbono presente en la pasta lo que puede repercutir en la calidad y en el color de las vasijas. Este enriquecimiento resulta fácilmente observable en la matriz arcillosa que se sitúa alrededor de los poros dejados por la materia orgánica, que adquiere una coloración negruzca típica de atmósferas reductoras. De este modo, en este tipo de pastas el hierro no determinará el color de la pieza cocida hasta que la materia orgánica se halla quemado completamente. En definitiva, una cerámica con abundante materia orgánica y cierta porosidad cerrada puede mantener el interior de la pasta reducido incluso bajo condiciones oxidantes, especialmente si la materia orgánica no se ha descompuesto completamente (Hodges 1962; Cuomo Di Caprio 1984: 31, 131; Echalié 1984: 14; Rice 1987: 88, 334; Orton *et al.* 1993: 136; Coll 1997b; Husein Malkawy *et al.* 1999; Nodari *et al.* 2004; Banning 2005: 178; Maritan *et al.* 2006; Livingstone-Smith 2007: 23; Tite 2008).

Los experimentos ATD-ATG-DSC realizados (Fig. 276-278) muestran que tras el calentamiento a 1000 °C de una pasta desgrasada con un 20% de materia orgánica en volumen la reducción de peso es del 24.3%. Es decir, el peso se reduce un 20% respecto a la muestra desgrasada con calcita debido a que la mayor pérdida de peso que se produce en las pastas resulta a causa de la descomposición de este mineral y no por la combustión de la materia orgánica, que presenta un peso mucho menor. En este sentido, al no añadir calcita a la mezcla se reduce el peso perdido debido a su descomposición. Por otro lado, hay que destacar que la pasta experimental desgrasada con vegetal mostró un pico endotérmico¹⁷⁹ a 275 °C, más evidente en el gráfico DSC que en los análisis ATD-TGV, que debe ligarse al inicio de la descomposición de la materia orgánica. Del mismo modo, esta muestra provocó un pico exotérmico entre 350 y 450 °C más acusado en el gráfico ATD que las otras muestras, donde apenas resulta perceptible.

¹⁷⁹ Sin embargo, el pico obtenido mediante DSC no fue exotérmico, probablemente debido a que el experimento se realizó en atmósfera de nitrógeno y no de aire.

Este pico se relaciona con la oxidación de la materia orgánica durante el calentamiento de la muestra. A los 500 °C se produce un pico endotérmico ligado a la descomposición de determinados minerales de la arcilla, como la clorita y la montmorillonita, que suelen experimentar cambios de fase a una temperatura relativamente baja. El descenso de la curva ATG evidencia que a lo largo de todo este proceso, y antes del inicio de la descomposición de los carbonatos a partir de 650 °C, se ha eliminado un 13.1% de peso de la muestra con vegetal, un 2% más que en la muestra de arcilla en bruto. Esta diferencia se asocia con el contenido en peso de materia vegetal añadida, la oxidación de la materia orgánica durante el calentamiento de la muestra ha producido una pérdida de peso poco notable, de sólo un 4.23%. Ello se debe al escaso peso que presenta este tipo de materia, un 20% de la misma en volumen representa sólo un 3% del peso total. Este hecho lleva a pensar que el estrés que produce en la pasta la descomposición de esta materia es inferior al observado para la calcita y, por tanto, su descomposición resultaría menos peligrosa para la cerámica (Murad y Wagner 1996; Souza *et al.* 2005; Maritan *et al.* 2006; Maritan *et al.* 2007; Mahmoudi *et al.* 2008).

Por otro lado, la reacción de la materia orgánica ha provocado el único pico exotérmico detectado en la curva térmica, ello induce a pensar que esta materia, que se encuentra añadida por toda la pasta en las muestras arqueológicas, habría colaborado en la cocción de las piezas a partir de su propia combustión. Esta reacción habría favorecido una cocción mínima de la pieza, especialmente si se considera que las estrategias de cocción señalada para las piezas que incorporan este tipo de desgrasante en cerámicas prehistóricas de la isla son de corta duración y a baja temperatura (Palomar 2005: 434; García Rosselló *et al.* 2009).

Esta interpretación se complementa bien con otros experimentos (Johnson *et al.* 1988), que confirman que la combustión de la materia orgánica en la pasta genera un proceso de pirólisis donde se produce la descomposición del material por calentamiento en ausencia de oxígeno, ello permite que la llama siga activa en ambientes con una alta cantidad de CO₂. El uso de desgrasantes vegetales en sociedades sedentarias parece relacionarse con que éste proporciona una cocción relativamente uniforme de la pasta, reduciendo además la cantidad de combustible necesaria en esta fase. Su uso resulta especialmente útil en ambientes en los que el alfarero no controla eficientemente muchas de las variables que intervienen en la cocción, por ejemplo agentes atmosféricos como el viento o la humedad, como suele ocurrir al utilizarse estructuras de combustión de superficie y abiertas (Skibo *et al.* 1989; Morales 2005: 34; Palomar 2005).

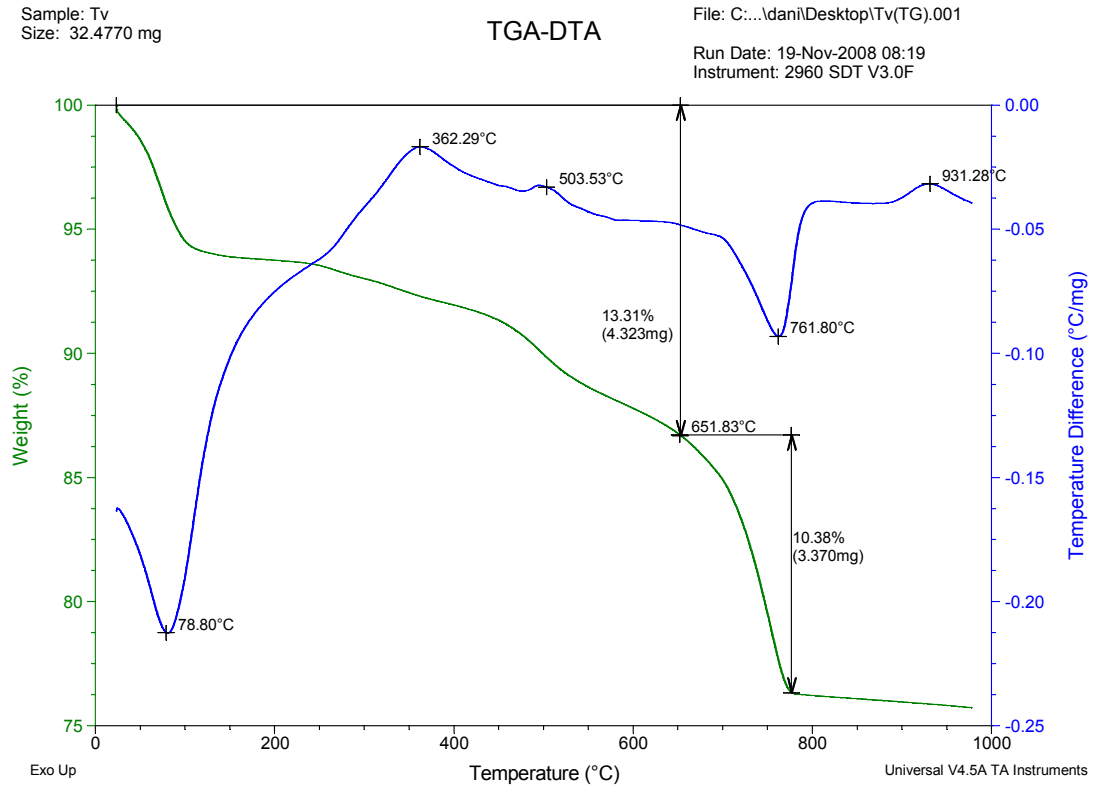


Figura 276. Curva ATD-TGV mostrando el comportamiento térmico de la pasta experimental desgrasada con materia vegetal. Obsérvese la presencia de dos picos endotérmicos a 362 y 503 °C ligados a la oxidación de la materia orgánica.

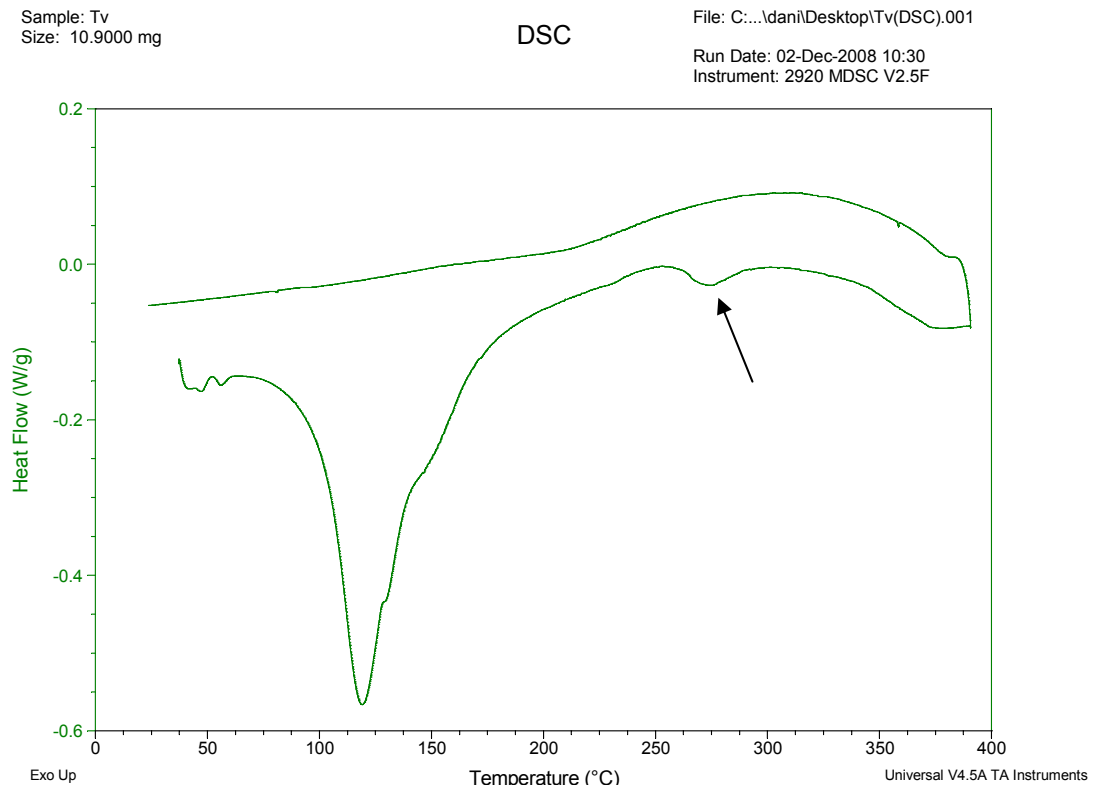


Figura 277. Gráfico de Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC, atmósfera de nitrógeno) mostrando el comportamiento térmico de la pasta experimental desgrasada con materia vegetal. Obsérvese la presencia de un pico endotérmico entre 250-300 °C ligado a la descomposición de la materia orgánica que no aparece en los análisis efectuados en las otras pastas experimentales.

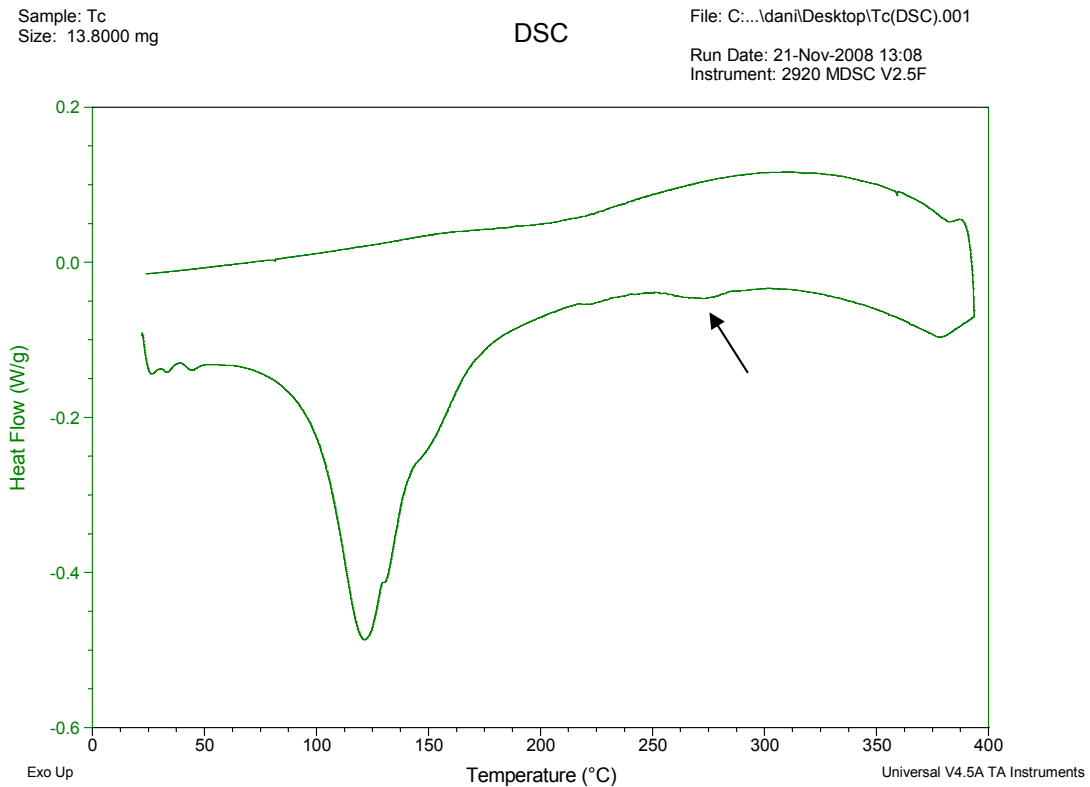


Figura 278. Gráfico de Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC, atmósfera de nitrógeno) de la muestra de arcilla sin desgrasante vegetal. Obsérvese la escasa incidencia del pico endotérmico entre 250-300°C.

22.1.1.4. Pastas síliceas.

Estas pastas se componen básicamente de una rica matriz arcillosa y cuarzo en forma de arenas que aportan sílice y proporcionan un cuerpo cocido más refractario. El cuarzo es un mineral muy estable y su influencia en las transformaciones mineralógicas está directamente relacionada con el tamaño del grano y la temperatura de cocción. Los efectos de la temperatura se manifestarán de forma diferente dependiendo de la granulometría del mineral. Los cuarzoes de tamaño grueso contribuyen a disminuir la contracción de la pasta durante el proceso de secado, por el contrario, una fracción fina favorecerá la formación de vidrio por ser de más fácil fusión, favoreciendo la aparición de nuevas fases de alta temperatura. A partir de los 950 °C el cuarzo actúa como fundente y se transforma en cristobalita. Este tipo de cerámicas poco calcáreas presentan un menor desarrollo de las fases de alta temperatura pero su micro-estructura es más densa debido a la formación de la fase vítrea. Este mineral es muy resistente térmicamente y relativamente estable en lo que se refiere a sus propiedades físicas. De este modo, las pastas muy síliceas y poco calcáreas presentan menos cambios que las calcáreas en su micro-estructura durante el proceso de calentamiento.

Aún así, se producen una serie de cambios estructurales súbitos relacionados con el aumento de temperatura, éstos se traducen en fenómenos de dilatación y retracción a aproximadamente 573 °C, cuando el cuarzo α se transforma en cuarzo β , pasando de una estructura cristalina ternaria romboédrica a otra hexagonal (Linares *et al.* 1983; Cuomo Di Caprio 1984: 53; West 1992; Velde y Druc 1999: 36-58; Morales 2005: 77-78; Buxeda y Tsantini 2009; Hein *et al.* 2009).

Este fenómeno es retroactivo, es decir, la transformación se invierte durante el enfriamiento de la pasta. Cuando se produce el enfriamiento progresivo de la pieza, el cuarzo recobra su volumen inicial, lo que puede dejar un vacío o un poro en su perímetro. Si el enfriamiento no es progresivo, algunos granos tenderán a romperse, apareciendo en la pasta pequeñas esquirlas de cuarzo de forma concoide. En este sentido, el cuarzo presenta un coeficiente de expansión térmica muy superior al de la arcilla cocida y su uso descontrolado puede provocar fracturas graves en las vasijas. Resulta, por tanto, más arriesgada su utilización cuando éste está en abundancia y con un tamaño de grano grueso en la pasta (Cuomo Di Caprio 1984: 31; García Orellana *et al.* 2001: 72).

De esta forma, salvo en algunas producciones muy concretas, es preferible que el cuarzo se encuentre en escasa cantidad en la pasta y que éste sea de tamaño muy fino. En este sentido, la amplia mayoría de piezas analizadas son de naturaleza calcárea y presentan, por regla general, pastas con pocos limos, arenas y cuarzos, siendo éstos de tamaño muy pequeño <0.3 mm. Este tipo de piezas, como las del Petrogrupo 1, habrían sufrido, por tanto, un estrés térmico sensiblemente menor al de otras piezas, como las del Petrogrupo 3 y especialmente las del Petrogrupo 4, que presentan respectivamente entre un 10-15% y 20-25% de cuarzo, estando presentes en estas pastas además más granos de un tamaño mayor (<0.5 mm).

En referencia a la pieza CLG-2755 que ha mostrado mayor cantidad de feldespatos potásico podemos señalar que, al igual que los cuarzos, éste mineral es poco sensible a los efectos del calor constituyendo un fundente eficaz dentro de la pasta. De esta forma, los feldespatos alcalinos contribuyen a la formación de vidrio desapareciendo a una temperatura de 1000-1100 °C. Los iones alcalinos presentes en la estructura favorecen la formación de vidrio al tiempo que inhiben la aparición de fases de alta temperatura, impidiendo el desarrollo de los cristales (Linares *et al.* 1983).

22.1.2. Combustibles.

El combustible representa uno de los costes más importantes que realiza el alfarero dentro del proceso de producción y la utilización de distintos tipos de combustibles puede constituir un método útil y asequible para controlar variables como la temperatura máxima, la duración y la atmósfera de la cocción. Hay que considerar que los ceramistas, especialmente aquellos que desarrollan otras actividades además de la fabricación de vasijas, como las agro-ganaderas, adquieren desde su infancia cierta información cualitativa y cuantitativa acerca de los combustibles disponibles en el entorno local. En el caso hipotético de la llegada de un alfarero no familiarizado con los combustibles existentes en el territorio, éste debería experimentar con la estrategia de cocción, incrementando el riesgo de fracaso. Es importante, por tanto, plantear la disponibilidad de los combustibles, tanto de origen animal y vegetal, presentes en el territorio. Los combustibles más comunes en la producción alfarera son los de origen vegetal, éstos dado su uso extendido en sociedades pre-industriales como fuente de calor, resultan un bien limitado que habría entrado en competencia con otras actividades cuando se utiliza también en la producción de cerámica (Cuomo Di Caprio 1984: 45, 125; Matson 1989; Gibson y Woods 1990: 53; Barley 1994: 42; Arnold 1999; Sillar y Tite 2000; Morales 2005: 34).

Todos estos aspectos evidencian la necesidad, para profundizar en la gestión de materias primas, de conocer el registro antracológico y polínico. Este tipo de análisis informan de las posibilidades del entorno natural y de la gestión que realizan los seres humanos de los recursos bióticos disponibles (Servera y Picornell 2010), incluido aquellos que se vinculan potencialmente con la producción cerámica. Desde una óptica ecológico-determinista, podemos plantear que existe la posibilidad de que muchos cambios técnicos y estilísticos en la cerámica puedan estar relacionados con la disponibilidad a nivel cualitativo y cuantitativo de los combustibles utilizados en la cocción de las vasijas. Este aspecto puede ser especialmente sensible en áreas donde se produce una alta presión demográfica sobre el entorno natural y donde los recursos adecuados son escasos. La gestión que se hace del combustible puede determinar también otros aspectos relacionados con la actividad alfarera, como la localización de la producción¹⁸⁰.

¹⁸⁰ Por ejemplo, en Chamula (México) la deforestación ha obligado a los alfareros a trasladar sus áreas de producción, lo mismo ocurre en zonas alfareras de Filipinas (Rice 1984b).

Una escasez de combustible puede implicar cambios en la estrategia de explotación de los recursos bióticos, donde pueden alterarse la cantidad o el tipo de combustibles utilizados en la cocción en vistas de una mayor sostenibilidad ambiental o de un mayor equilibrio entre las distintas necesidades que deben satisfacer los individuos. Estos cambios también pueden manifestarse en la producción cerámica, provocando, por ejemplo, una reducción de la temperatura de cocción o de la intensidad y la escala de la producción (Rice 1984b; Sillar 2000).

En este sentido, es interesante la apreciación de Sillar (2000: 44) “...it is accepted that in many areas, where wood is not plentiful, potters will develop fuel resources that are often the waste product from an agricultural process or industry, such as prunings from vines and olive trees, cotton lint, or car tyres”. Un ejemplo de este tipo de estrategias se documenta en Fez (Marruecos), una zona donde el combustible leñoso escasea y donde se constata la existencia de alfares que utilizan el residuo de la oliva, una vez extraído el aceite, para la cocción de cerámica. Este combustible permite alcanzar hasta 1200 °C y hacer cocciones de larga duración (Albero inédito).

Tienen que contemplarse aspectos ecológicos, pero también sociales en lo que se refiere al abastecimiento de combustibles. Por un lado, la utilización de determinados combustibles puede estar relacionada con los recursos naturales disponibles pero también con otros procedentes de los desechos de especies animales, como bostas o excrementos, y vegetales, como residuos de cultivos, que forman parte de la vida cotidiana de los individuos. A menudo, este tipo de recursos bióticos son criados y cultivados por las propias personas, en estos casos, el sistema-socioeconómico e ideológico puede estar estrechamente interrelacionado con la gestión que se hace de los combustibles. Estos aspectos pueden influir en la producción cerámica que debe adecuarse a la cantidad y al tipo de combustibles disponibles así como con los tiempos en los que éstos se generan, produciéndose tal vez la necesidad de almacenarlos (Harris 1980; Pool 2000; Sillar 2000).

Por otro lado, el carácter socializador de la labor de abastecimiento de combustible puede diferir según se realice una explotación colectiva o individual de los mismos. La organización en la gestión de combustibles puede estar en relación, a su vez, con el carácter comunal o individual de hornos. También la utilización de distintos combustibles puede ir asociada a distintos tipos de cerámicas, de este modo, hay combustibles que son técnicamente inadecuados para cocer cerámicas de gran tamaño.

Finalmente, hay que señalar que la utilización de combustibles sólidos genera un alto nivel de desechos y residuos en forma de carbones y cenizas que, en muchos casos, pueden requerir de una limpieza adicional del área de cocción tras el desarrollo de la actividad. A partir de estos residuos se puede producir una simbiosis muy similar a la señalada antes entre distintas tecnologías y necesidades, ya que estos desechos también pueden reaprovecharse como fertilizantes para actividades agrícolas (Matson 1989; Sillar 2000; Morales 2005; García Rosselló 2008: 244).

Una vez realizada esta primera aproximación a la importancia del combustible dentro del proceso de cocción de la cerámica se va a realizar una síntesis de los datos antracológicos y polínicos disponibles para yacimientos protohistóricos de la Islas Baleares. Estos datos nos acercarán, al menos parcialmente, a las posibilidades cualitativas y cuantitativas de los recursos vegetales disponibles en las islas susceptibles de haber sido utilizados en la producción alfarera.

En lo que se refiere a los combustibles naturales más abundantes constatados en los asentamientos de la isla, podemos señalar que los estudios antracológicos realizados en *Ses Païsses*, *Son Fornés*, *Closos de Can Gaià*, *Son Ferrer* así como en varios asentamientos de Menorca corroboran la explotación preferencial de *Olea europaea*, *Pistacia lentiscus* y *Pinus halepensis* (Ros 1984; Yll *et al.* 1999; Fornés *et al.* 2001; Piqué y Noguera 2002; Gornés *et al.* 2004; Picornell *et al.* 2009a y b). Si bien las concentraciones de los distintos taxones varían en los distintos yacimientos y periodos¹⁸¹, se puede señalar que éstas habrían sido las especies que se utilizarían usualmente y, probablemente, tendrían una mayor disponibilidad para utilizarse como combustible en la producción cerámica. Los recursos explotados se relacionan además perfectamente con el paisaje predominante en los periodos estudiados. Finalmente, los análisis antracológicos realizados en *Closos de Can Gaià* señalan la práctica ausencia de madera de encina indicando, tal vez, que probablemente este recurso no era explotado con fines caloríficos en la cocción de cerámicas.

¹⁸¹ Los datos más representativos proceden de los análisis realizados en el poblado talayótico de Son Fornés, donde *Olea europaea* pasa de ser el taxón claramente dominante (99'82%) entre 850-500 BC para ir perdiendo importancia de forma paulatina (41'38%) entre 400-250/200 BC y en los s. II y I BC (29'36%). Paralelamente a esta disminución de *Olea* se observa un claro incremento de *Pinus halepensis* (54'07% y 62'13% respectivamente).

Entre las maderas manipuladas de forma minoritaria en otros yacimientos de Menorca, como *Cova des Carritx*, *Cova des Mussol*, *Cales Coves* y *Cova des Pas*, y con otros fines cabe citar boj, brezo, acebuche, madroño, jaras, enebro, algarrobo, lentisco, tejo, pino, encina y roble (Guerrero *et al.* 2007c).

En el Holoceno Superior, periodo en el que se desarrolla la actividad antrópica en las zonas estudiadas (4000-2000 BP), los palinólogos detectan una intensificación de la incidencia antrópica sobre la cobertura vegetal. Se produce una acentuación del carácter mediterráneo donde se desarrolla la maquia abierta y la reducción de bosques de ribera, siendo este proceso especialmente sensible en zonas costeras. En Mallorca, se expanden las comunidades de *Olea*, *Pistacia* y *Pinus*. En el caso concreto de *Son Ferrer* los datos polínicos asociados a la UE-17 y la UE-9, consideradas en este estudio, señalan la preponderancia de *Pinus* (6'2%), mientras *Quercus* y *Olea europaea* son inferiores al 3% (Servera e. p.).

Por otro lado, se constata en cuatro muestras estudiadas del *Turó de les Abelles*, como las herbáceas representan cerca del 77-88% de taxones representados. Entre las especies arbóreas documentadas predominan de nuevo *Pinus* y *Quercus ilex-coccifera*, aunque también se documentan *Castanea sativa* y *Corylus avellana*.

Si bien se observa a nivel cuantitativo el predominio de un número de especies reducido, la variedad del registro indica de las enormes posibilidades cualitativas que disponían las comunidades protohistóricas de las islas para abastecerse de distintos combustibles y utilizarlos potencialmente para definir estrategias de cocción distintas. Sin embargo, en época postalayótica la presencia de especies arbóreas pudo decaer en el entorno inmediato de los asentamientos en detrimento de las herbáceas que se evidencian mucho más abundantes. En este sentido, la situación ecológica difiere de la observada en periodos anteriores lo que de algún modo pudo repercutir también en la producción de cerámica.

Hay que contemplar que los distintos combustibles constatados tienen también distintas cualidades caloríficas lo que puede estar estrechamente relacionado con la estrategia de cocción y el producto final obtenido. Además, la capacidad calorífica y el calor específico¹⁸² de los distintos combustibles varían también en función del grado de humedad del mismo (Cuomo Di Caprio 1984: 127; Morales 2005: 36).

¹⁸² La capacidad calorífica indica la mayor o menor dificultad de un cuerpo para experimentar cambios de temperatura bajo el suministro de calor. El calor específico es el cociente que hay entre la capacidad calorífica y la masa del objeto.

Algunos combustibles permiten alcanzar temperaturas cercanas a los 750 °C en unos pocos minutos por lo que, transcurridos apenas 10 minutos de cocción, las vasijas pueden retirarse de la estructura cuando ésta todavía está caliente (650 °C). En definitiva, una cocción con *Olea* debe proporcionar una curva de calor (°C/tiempo) distinta a la que puede obtenerse con la utilización de *Poacea*. Combustibles como el estiércol pueden proporcionar, como se ha demostrado experimentalmente (Palamarczuk 2004), temperaturas bajas, no superiores a los 500-700 °C. En este sentido, puede ser interesante contemplar la utilización combinada, escalonada y racionalizada de diversos tipos de combustibles durante las diversas fases que implica la cocción con la intención de obtener diferentes efectos en el producto final. Contemplar sólo el uso de un único combustible para todo el proceso de cocción supone simplificar los efectos que pueden tener los distintos combustibles en la totalidad del proceso.

22.2. Aplicación del marco teórico.

A raíz de todo el marco teórico y experimental explicado anteriormente, basado en una síntesis del comportamiento de pastas calcáreas, orgánicas y silíceas así como de los combustibles, se han podido establecer una serie de estadios que se relacionan con la temperatura y/o el tiempo de cocción a la que se han sometido las piezas cerámicas arqueológicas. Esta aproximación no está exenta de algunos problemas, especialmente de aquellos que, como vimos, se derivan de la representatividad de la sección estudiada de la pieza. En la cerámica el calor no se distribuye por igual en toda la vasija, de este modo, la constatación de diferentes evidencias acerca de la estrategia de cocción en una parte u otra de la misma va a estar condicionada por el tamaño de la pieza, el grosor de las paredes en las diferentes partes que la componen y por su colocación dentro del horno. Se han analizado muestras procedentes del cuerpo de las cerámicas, esto no significa que otras partes de la vasija que suelen ser más finas, como los bordes, tengan que presentar las mismas características.

Un estudio de las piezas cerámicas, en base a los análisis con DRX, SEM, binocular y microscopio petrográfico, puede ayudarnos a establecer la estrategia de cocción de las piezas a partir del estudio de la micro-estructura de la pieza, de la presencia de minerales de alta temperatura en la pasta, de la observación de la gama cromática en la sección y del grado de alteración y descomposición de ciertos componentes de la pasta como los carbonatos, los minerales de la arcilla y la materia orgánica. Esta estrategia conjunta va a permitir, además, relacionar determinadas estrategias de cocción con otras soluciones tecnológicas que se habían introducido en anteriores fases de la cadena operativa.

Se ha utilizado un diagrama ternario con el sistema $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ para observar la situación de las muestras analizadas en referencia a determinados triángulos termodinámicos que agrupan aquellas fases de alta temperatura ($>850\text{ }^\circ\text{C}$) que deberían aparecer en las cerámicas según su composición química y a medida que aumenta la temperatura (Heimann 1989 en Buxeda y Tsantini 2009). En este diagrama (Fig. 279) puede observarse como la amplia mayoría de las muestras, que se caracterizan por un importante componente calcáreo, se sitúan dentro de los triángulos termodinámicos cuarzo-anortita-wollastonita o wollastonita-anortita-gehlenita, fases coincidentes con los patrones experimentales realizados. Finalmente, se detecta un grupo poco calcáreo ($\text{CaO} < 12\%$) que se sitúa en el triángulo termodinámico cuarzo-anortita-mullita.

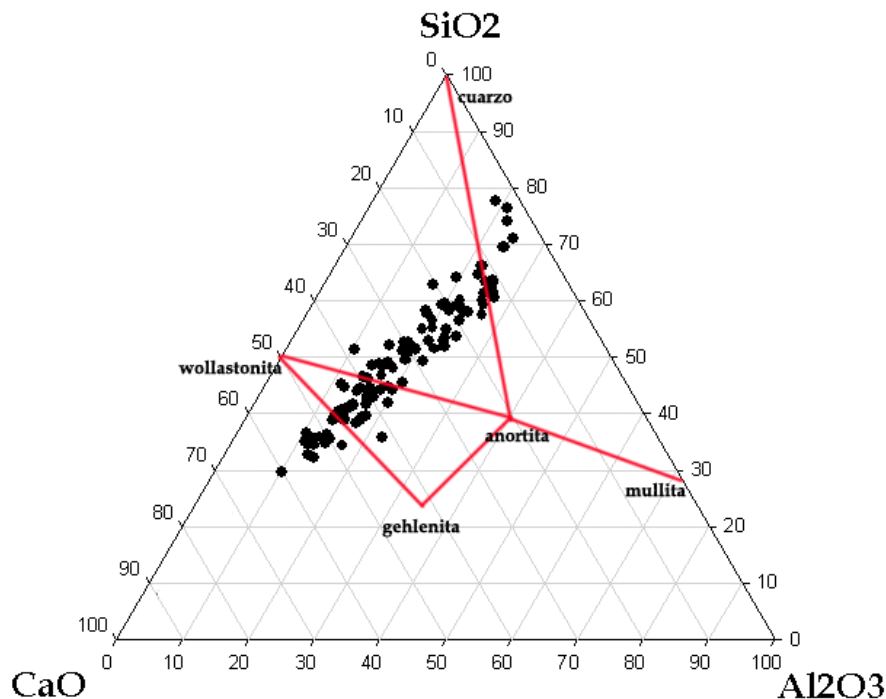


Figura 279. Ubicación de las piezas analizadas dentro del diagrama ternario termodinámico del sistema $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ (datos normalizados a 100%).

Con esta base de partida se ha procedido a chequear los difractogramas obtenidos mediante difracción de rayos X con la finalidad de constatar que cerámicas presentan fases de alta temperatura y realizar una clasificación de las mismas de acuerdo con la Temperatura de Cocción Estimada (TCE). Han podido establecerse dos categorías básicas, por un lado, cerámicas con fases de alta temperatura, y por otro, cerámicas sin fases de alta temperatura. Cada una de estas categorías han podido ser corroboradas también mediante la aplicación de otras técnicas analíticas que han permitido establecer además ciertas matizaciones dentro del segundo grupo de piezas.

22.2.1. Cerámicas con fases de alta temperatura y evidencias de sobre-cocción: Alta temperatura (850-950 °C) y/o tiempos de exposición largos.

De las 123 muestras cerámicas analizadas mediante DRX, tan solo dos (1.6%), procedentes de niveles del Bronce Antiguo de *Closos de Can Gaià* (CLG-2795, CLG-2430), han mostrado señales de sobre-cocción poco severa, claramente visibles en la formación de fases de alta temperatura. Estas piezas se caracterizan por mostrar unos picos de calcita poco intensos en los difractogramas de rayos X (Fig. 281).

La existencia de picos de calcita en piezas como estas sometidas a una temperatura relativamente alta puede deberse a dos opciones no excluyentes entre sí. Por un lado, estos picos pueden relacionarse con la pervivencia residual de calcita primaria, por ejemplo por la presencia de un tamaño de partícula grueso. Por otro lado, como vimos, hay que contemplar también la cristalización de calcita secundaria parcialmente alóctona formada a partir del óxido de calcio disociado en la matriz durante la deposición de la pieza. En todo caso, la presencia de este mineral en los diagramas no significa, dado el resto de evidencias, que la temperatura de cocción no haya sido relativamente elevada (Buxeda y Tsantini 2009).

Dentro de las fases de alta temperatura es evidente el desarrollo de fases típicas de cerámicas calcáreas, lo que resulta lógico puesto que ambas muestran poseen pastas calcáreas (CaO = 13.5-20.5%). Dentro de los minerales neo-formados, observados en el diagrama ternario y las re-cocciones experimentales, hay que contemplar el desarrollo de plagioclasas de alta temperatura como anortita y de gehlenita.

Por otro lado, se constata la cristalización de hematites, fase que puede cristalizar en los márgenes de la cerámica, en cocciones oxidantes, desde los 775 °C. Finalmente, se documenta la presencia de espinela que se forma en la cerámica entre 775-875 °C (Palomar 2005: 320; Ortega *et al.* 2005; Maritan *et al.* 2006; Buxeda y Tsantini 2009).

Por otro lado, hay que señalar la ausencia del pico de illita-moscovita a 10 Å sin embargo, la permanencia de un pico ligado a los filosilicatos a 4.45 Å, indica que todavía se conservan minerales de la arcilla en la pasta. Probablemente, se trate de éstos minerales ya que, a diferencia de otros, la illita y la moscovita perduran en la pasta hasta los 900/950°C (Murad y Wagner 1996; Buxeda *et al.* 2001). Este hecho concuerda bien con la ausencia de wollastonita, que debe relacionarse con una temperatura de cocción inferior a la necesaria para la formación de esta fase, que se inicia sobre los 950 °C (Palomar 2005: 320).

Finalmente, se puede señalar que la temperatura observada en estas piezas fue insuficiente para la cristalización de fases secundarias postdeposicionales asociadas a altas temperaturas de cocción. En los difractogramas de rayos X no se ha podido observar la cristalización de zeolitas que, en este tipo de cerámicas calcáreas, tiene lugar cuando la temperatura supera 1000 °C, originando fases como la analcima, detectable por sus picos a 5.60 Å y 3.42 Å.

Todos estos datos permiten establecer para estas cerámicas un rango de temperaturas que debe situarse entre los 850-950 °C. La ausencia de picos claros de mullita, observados en los patrones experimentales a 950 °C, indica que esta fase no ha llegado a formarse a partir de la illita-moscovita, por lo que debe situarse la temperatura de cocción más cerca de los 850 °C que de los 950 °C, especialmente en la pieza CLG-2430. Con estos datos, se pueden contemplar dos estrategias de cocción diferentes para estas piezas, una cocción más larga a 850 °C o bien una de menor duración pero a temperaturas más altas, en torno a los 900/950°C. Una vez alcanzado el lapso situado entre los 750-800 °C, el tiempo de cocción y la temperatura alcanzada habrían determinado, en gran parte, el grado de descomposición de la calcita y la aparición de nuevas fases en el cuerpo cerámico (Olaetxea 2000).

El estudio por DRX se ha complementado con el examen de la micro-estructura de la matriz mediante el examen directo de la sección en corte fresco con microscopio electrónico de barrido (SEM). Este análisis muestra una matriz cerámica con superficies lisas y puntos de fusión suaves y redondeados (Fig. 280), características que representan una micro-estructura celular típica de aquellas pastas calcáreas que presentan un estado de sinterización típica de una vitrificación inicial más o menos continuada. En este tipo de pastas se produce una fusión brusca tras el momento de disociación de la calcita. Éstas características de la matriz se relacionan bien con las temperaturas observadas a partir de las fases de neo-formación detectadas por DRX, remitiéndonos a una temperatura situada entre 850 y 1000 °C (Mainman 1982; Cuomo Di Caprio 1984: 47; Padial, 1999: 174; Buxeda y Madrid 2009).

Finalmente, algunas piezas del grupo de arcillas ferruginosas habían mostrado picos de hematites en los difractogramas de DRX. Como se ha señalado, esta fase podría haber cristalizado durante la cocción a partir de 800-850 °C. Sin embargo, el examen petrográfico de las inclusiones de calcita cristalina y los carbonatos de estas piezas no evidencia ningún tipo de descomposición parcial que haya permitido la cristalización de calco-alúmino-silicatos o calco-silicatos en la pasta. Estos datos permiten estimar, pese a la presencia de hematites, una temperatura de cocción inferior a los 800 °C para estas piezas. En estos casos, puede asumirse que el hematites estaría ya en las materias primas utilizadas para confeccionar la cerámica y su presencia, probablemente, se relacione con arcillas ricas en hierro así como con las inclusiones opacas detectadas en estas piezas (Mainman 1982; Buxeda y Madrid 2009).

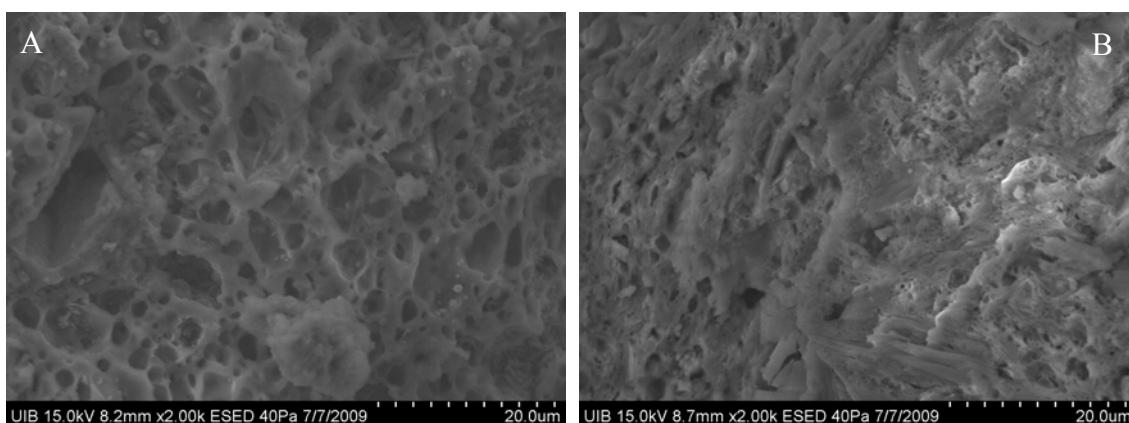


Figura 280. Imágenes de la micro-estructura con superficies lisas y puntos de fusión suaves y redondeados de las piezas con fases de alta temperatura observadas con SEM. A) CLG-2795, B) CLG-2430.

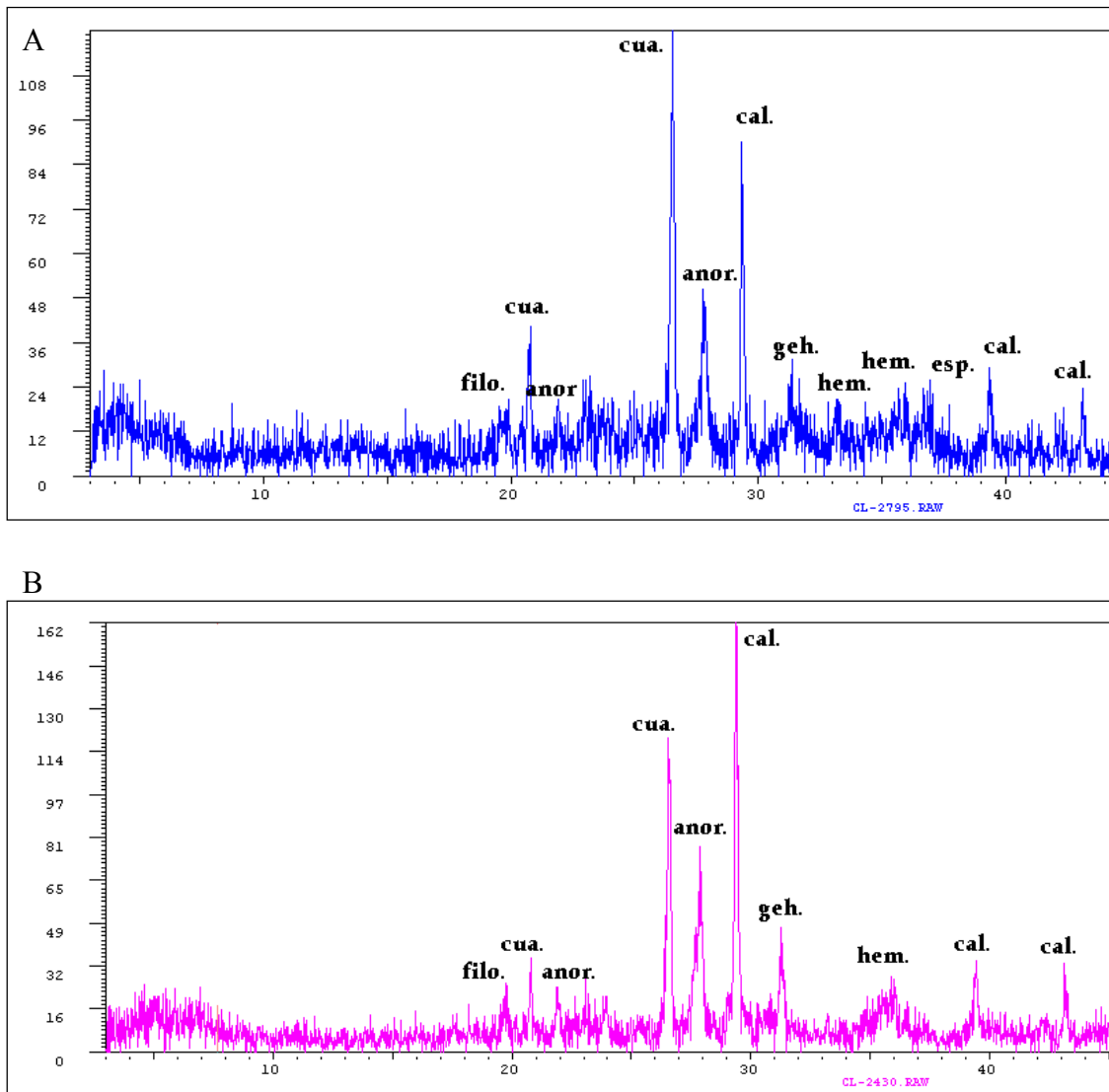


Figura 281. Difractogramas de DRX (muestra total) mostrando las fases de alta temperatura identificadas. A) CLG-2795, B) CLG-2430.

22.2.2. Cerámicas sin fases de alta temperatura.

En el resto de muestras (98.4%) analizadas mediante DRX se ha podido comprobar que la calcita no ha iniciado su descomposición (Fig. 282) indicándonos, en base a los experimentos realizados, que la temperatura de cocción de las cerámicas debió situarse por debajo de los 800/850 °C. Como se ha observado experimentalmente, a partir de ese rango de temperatura se inicia y hace evidente la descomposición del CaCO_3 , y se asiste a la formación de óxido de calcio y fases de alta temperatura, incluso en piezas con texturas gruesas. Así mismo, estos datos permiten confirmar que la variación observada en la cantidad de calcita presente en las muestras no se debe, por regla general, a los efectos de la cocción sobre la pieza.

Las variaciones que se producen en las cantidades de varios de los componentes de la pasta, como los filosilicatos y el cuarzo, están entonces en relación con la cantidad de calcita presente. Las diferencias mineralógicas y químicas que se observan en las piezas se deben, por tanto, al proceso de manufactura y de selección de materias primas. Las mismas conclusiones para la temperatura de cocción de estas piezas se deducen, por tanto, también de la ausencia de picos ligados al desarrollo de las plagioclasas y de gehlenita. Los picos de feldespatos observados son muy poco pronunciados, de carácter residual y procederían, como se ha visto petrográficamente y por SEM, de la materia prima en estado natural. La temperatura de cocción, relativamente baja, explica también que no exista un desarrollo de los picos de hematites, óxidos de hierro que cristalizan en condiciones oxidantes entre 775-900 °C.

Por otro lado, el hecho de que los minerales de la arcilla no hayan iniciado su descomposición también evidencia que la temperatura de cocción se mantuvo por debajo de 950 °C. Por último, se puede señalar que la ausencia de otras fases de alta temperatura como la aparición y descomposición de wollastonita, diópsidos y piroxenos, validan la hipótesis de que estas cerámicas no fueron sometidas a una temperatura superior a los 800/850 °C. La ausencia de estas fases en los experimentos de re-cocción realizados en cerámicas arqueológicas calcáreas de la misma área¹⁸³, permite confirmar el bajo rango de temperatura al que fueron expuestas las cerámicas.

¹⁸³ Además de nuestros experimentos hay que incluir aquí otros realizados utilizando DRX con cámara de alta temperatura sobre materiales romanos procedentes de la villa de *Sa Mesquida* en *Santa Ponça* (Tsantini *et al.* 2004).

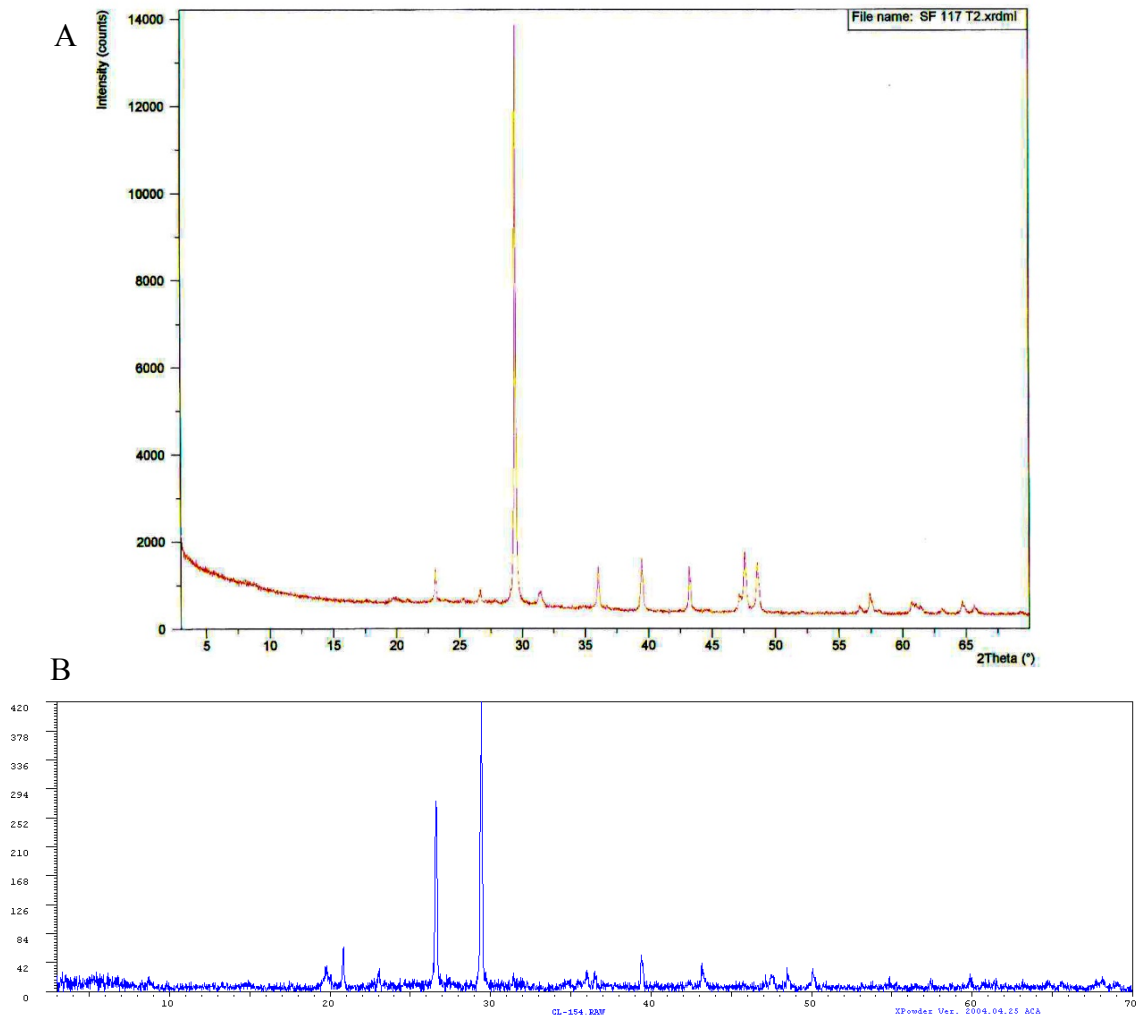


Figura 282. Difractogramas de DRX (muestra total) representativo de cerámicas sin fases de alta temperatura con picos muy intensos de calcita. A) TSF-236, B) CLG-154.

La relativa homogeneización de la temperatura de cocción en la mayoría de las piezas cerámicas puede sugerir un deseo de los alfareros por controlar esta variable dentro de la estrategia de cocción (Capel *et al.* 1995). Como se ha observado, la cocción a bajas temperaturas constituye una de las mejores soluciones a la hora de cocer piezas cerámicas con pastas muy calcáreas y este rasgo caracteriza al 99.5% del registro analizado, que posee concentraciones de CaO superiores al 5% ($n = 148$). Como se ha observado, la otra opción más recomendable consiste en cocer la cerámica por encima de 1000 °C, temperaturas muy difíciles de conseguir de manera estable y controlada sin la ayuda de hornos con cámara o estructuras diseñadas especialmente para ello. En este sentido, la solución observada para la mayor parte del registro resulta muy factible y viable en producciones prehistóricas altamente calcáreas, donde, por regla general, se cuecen las piezas con un menor control y en estructuras más rudimentarias.

La temperatura de cocción estimada para las cerámicas arqueológicas (<800 °C) parece, por tanto, la más adecuada para minimizar la descomposición de la calcita, evitar la vitrificación de la pasta y restar fragilidad y porosidad a la pieza. La ventaja en estas producciones, en las que se usan pastas calcáreas dentro del proceso de cocción, radica en la consecución de un material con buena resistencia a bajas temperaturas. La micro-estructura de la cerámica permanece relativamente inalterable en un intervalo de temperaturas lo suficientemente amplio (600-750°C) para que la temperatura de cocción resulte suficiente pero también menos crítica para la consecución de una cerámica adecuada.

El estudio por SEM de la micro-estructura de varias de las piezas (CLG-154, SM-138, SM-659, SM-625, SM-642, SM-1125, TSB-6/80, TSB-6/87), incluso algunas que han mostrado petrográficamente alteraciones térmicas en los cristales de calcita (SM-665, SM-325, CLG-149), está en consonancia con los resultados obtenidos mediante DRX. Estas últimas piezas son las que, dentro de este grupo sin fases neoformadas, podrían haber estado sometidas a una mayor temperatura o tiempo de exposición y, en ellas, la matriz presenta láminas de arcilla que no han sufrido ningún proceso de sinterización, sino una sinterización muy inicial (Fig. 283). Esta micro-estructura se corresponde con un estadio donde no hay vitrificación, permitiendo establecer para estas cerámicas una temperatura de cocción inferior a los 800 °C (Mainman 1982; Buxeda y Madrid 2009).

Dentro de este gran grupo de piezas sin fases de alta temperatura en los análisis de DRX se puede tratar de afinar más en la temperatura de cocción en base a los datos obtenidos con microscopio petrográfico, binocular y microscopio electrónico de barrido. Los distintos subgrupos establecidos están en relación con el grado de alteración que presentan algunos componentes de la cerámica como la calcita cristalina, la materia orgánica y la matriz arcillosa.

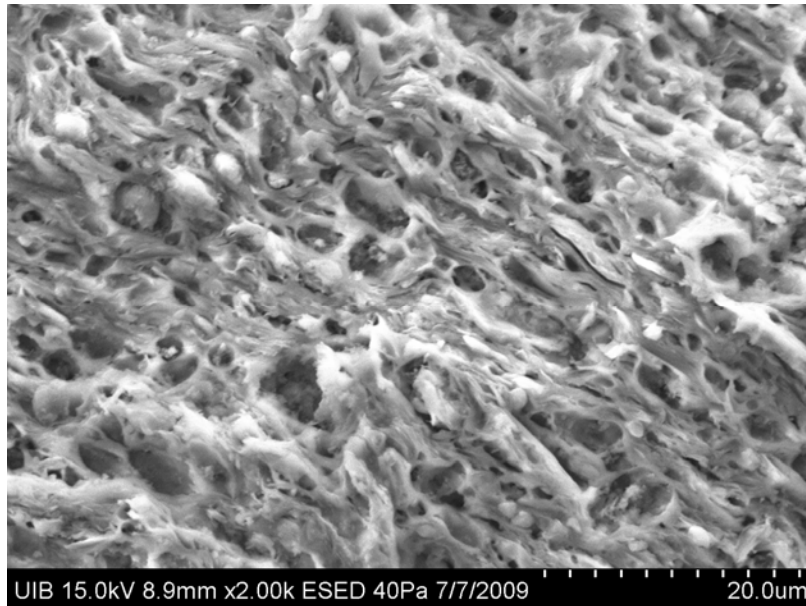


Figura 283. Imagen tomada con SEM de la micro-estructura de la pieza (CLG-154) mostrando un grado de sinterización muy inicial de la matriz arcillosa (<800 °C).

22.2.2.1. Temperaturas medias (700-800 °C) y/o tiempos de exposición largos.

Dentro de las muestras que no poseen fases de alta temperatura identificamos un grupo reducido formado por aquellas piezas que, cuando se observan al microscopio petrográfico, presentan alteraciones térmicas de los cristales de calcita cristalina (Fig. 284). Estas alteraciones se producen a partir de un proceso de degradación que comprende diversos estadios, según Riccardi *et al.* (1999), este tipo de reacciones pueden empezar a producirse en la cerámica desde los 550 °C. En este sentido, nos hemos basado en los distintos estadios de alteración establecidos por Risch y Gómez Gras (2003):

a) Estadio alterado (SM-325, SM-1351, CLG-2664, SM-665, CLG-1233, CLG-1594, CLG-205): *“Las calcitas denotan claros cambios texturales que otorgan un color marrón a los cristales o bien una alternancia de colores entre incoloro, beige y marrón que hace resaltar de forma muy evidente el bandeo composicional y que enmascara parcialmente la exfoliación y el maclado de los mismos. Ópticamente esta zonación composicional a menudo se observa en forma de bandas triangulares más o menos concéntricas que serían el resultado de la intersección del crecimiento escalenoédrico de los cristales de calcita y la superficie de corte”* (Risch y Gómez-Gras 2003: 192).

b) Estadio muy alterado (SM-1351): *“La calcita presenta un fino punteado que confiere al cristal un aspecto gris sucio. Este punteado enmascara parcialmente el bandeo composicional al mismo tiempo que oculta la exfoliación del cristal. En este estadio todavía se observan, aunque con mucha dificultad los colores de polarización y las posiciones de extinción del cristal”* (Risch y Gómez-Gras 2003: 192).

c) Estadio supra-alterado (CLG-149): *“Los cristales de calcita muestran un color gris-oscuro o negro como resultado de haber disminuido su cristalinidad con lo que adquieren un aspecto micrítico. De esta manera, las propiedades ópticas iniciales del cristal como color, exfoliación, color de polarización, maclado o bandeo composicional casi se han perdido totalmente ya que a veces quedan pequeñas zonas que todavía conservan algunas de estas características. Este sería el estadio previo a su descomposición”* (Risch y Gómez-Gras 2003: 192).

Estas alteraciones indican una temperatura o un tiempo de exposición ligeramente superior a la observada en el resto de piezas, donde los carbonatos están relativamente bien conservados. Se ha podido observar que ésta alteración es más evidente en los márgenes de la cerámica, en la zona más cercana a las superficies y, por tanto, en aquellas zonas de la vasija que están más expuesta a las temperaturas. De este modo, la muestra SM-1351 ha presentado una degradación diferencial consistente en un estadio similar al supra-alterado en el borde y, en cambio, muy alterado en el núcleo. Por otro lado, el estudio mediante SEM, de la micro-estructura de la pieza SM-665, donde los cristales presentan un estadio alterado, muestra como la matriz no presenta ningún indicio de vitrificación (Fig. 284f). La ordenación laminar de los filosilicatos resulta claramente perceptible y no se observan puntos de fusión entre los mismos. Estas piezas presentan una textura donde predomina abundante desgrasante mineral de tamaño grueso y se asocian al Grupo Textural A, lo que habría permitido cocer las piezas a una temperatura cercana a los 750/800 °C sin comprometer la descomposición de la calcita cristalina añadida, el principal carbonato que se observa en la pasta.

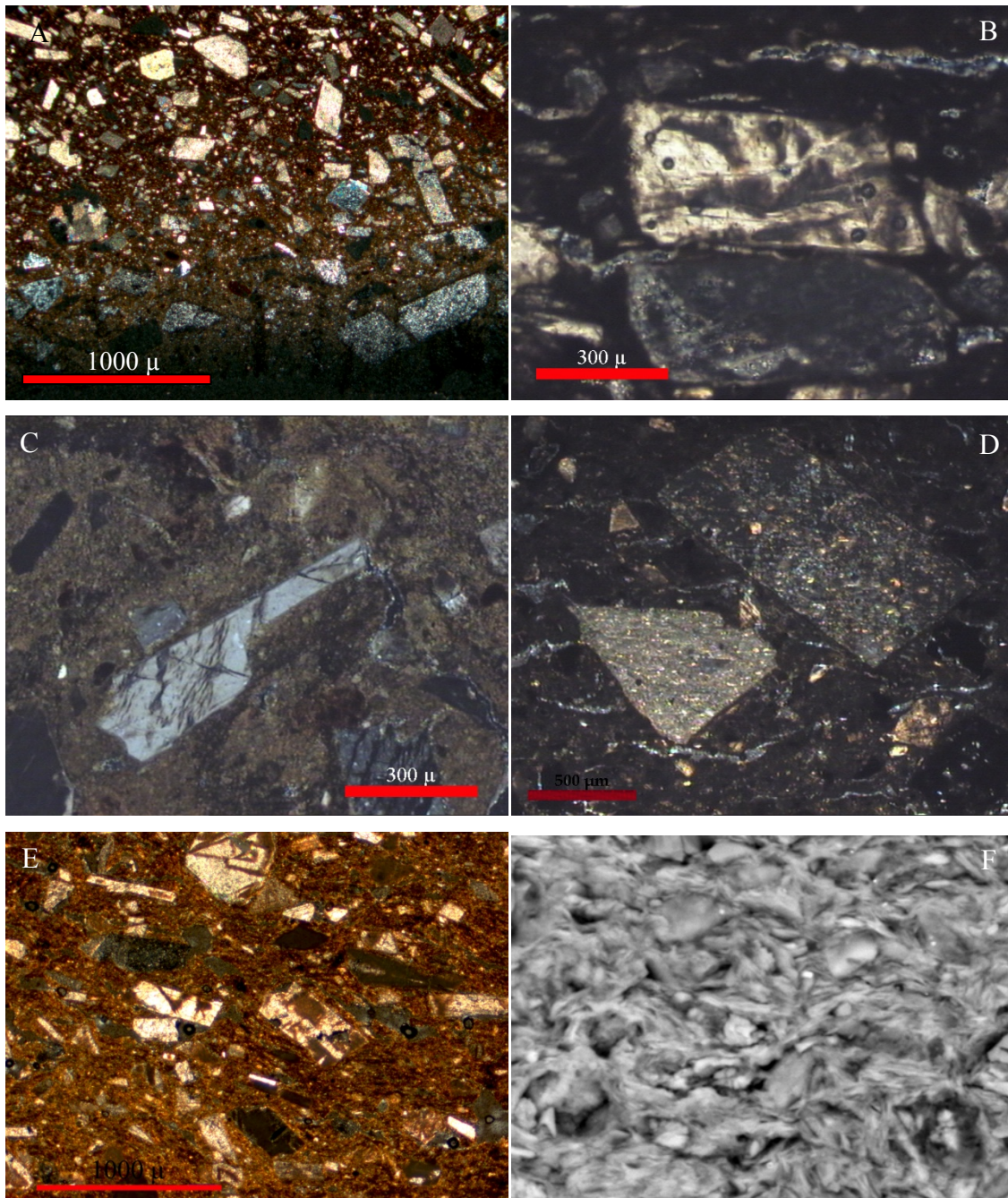


Figura 284. Microfotografías de láminas delgadas con nicols cruzados. A) Pieza SM-1351 donde se observan cristales de calcita supra-alterada en el margen externo del corte transversal y alterados en la zona del núcleo. B) Pieza CLG-2664 con cristales de calcita en un estadio alterado. C) Pieza SM-325 con cristales de calcita alterados térmicamente. D) Pieza CLG-149 con cristales de calcita supra-alterados. E) Pieza SM-665 mostrando cristales de calcita alterados. F) Imagen BSEI-SEM mostrando la estructura laminar de los filosilicatos de la pieza SM-665 con una matriz sin vitrificar (1700x).

22.2.2.2. Temperaturas bajas (<650/700°C) y/o tiempos de exposición cortos.

Se trata de un grupo de piezas donde la calcita, los filosilicatos, y en muchos casos, la materia vegetal (Tablas 19-22) e incluso la dolomita, permanecen muy bien conservados. Estos datos, unidos a la ausencia de fases de alta temperatura en todas las vasijas, indican que la temperatura de cocción alcanzada por las piezas no superó los 650/750 °C y debió situarse, para muchas piezas, cerca de los 550/650 °C. La temperatura de cocción relativamente baja en estas vasijas favorece la obtención de una pasta más porosa y menos compacta que la observada en grupos anteriores, cocidos a temperaturas más altas (Cuomo Di Caprio 1984: 97). La falta de compacidad y el incremento de la porosidad se ven especialmente agravadas en las pastas que son muy vegetales.

Por un lado, la mayoría de las piezas analizadas mediante microscopio petrográfico muestran cristales de calcita sin ningún tipo de alteración térmica (Fig. 285). En estas láminas los cristales de calcita no presentan ninguna evidencia de transformación térmica y conservan sus características ópticas originales, es decir, *“...cristales incoloros con planos de exfoliación o de macla y colores de polarización bien marcados, sin evidenciar bandeo composicional de crecimiento”* (Risch y Gómez-Gras 2003: 192). Como mucho, algunas de estas piezas (SM-468; SM-661; SM-660; SM-796; SM-971), han mostrado un estadio sub-alterado donde *“La calcita muestra ligeras transformaciones que sólo comportan un cambio de color de los cristales, de incoloro a beige, que se distribuye de forma irregular a lo largo de los mismos y que comienza a resaltar su bandeo composicional”* (Risch y Gómez-Gras 2003: 192).

En algunas muestras cerámicas (TSF-56, TSF-317, TSF-1078, SM-426 y TSB-6/61), se han identificado también picos de dolomita (2.88 Å) en los difractogramas de DRX. La presencia de este mineral indica que, en estas piezas, la temperatura de cocción debió ser inferior a los 750 °C, puesto que tras alcanzar esta temperatura la dolomita reacciona transformándose en calcita.

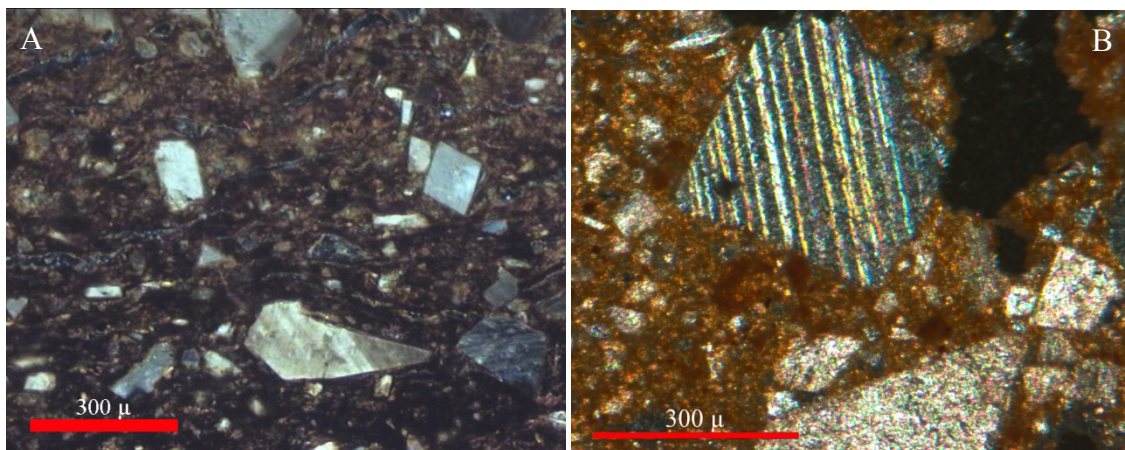


Figura 285. Microfotografías de láminas delgadas con nicols cruzados donde se puede observar A) cristales de calcita cristalina translúcidos e inalterados (CLG-1233). B) Colores de polarización y bandeo composicional en un cristal de calcita de la pieza SM-1125.

Por otro lado, la permanencia de picos de filosilicatos muy bien conservados en los difractogramas de DRX supone otra evidencia más de cocciones a baja temperatura para estas cerámicas (García Orellana 2001: 59). Al igual que la calcita, los filosilicatos de piezas cocidas a bajas temperaturas (<500 °C) son susceptibles de neo-formarse. Tras un largo lapso de tiempo éstos pueden llegar a alcanzar su estructura inicial, proporcionando picos y áreas semejantes a las originales en los difractogramas de DRX. La presencia de picos bien conservados, en muchas de las piezas, de algunos minerales de la arcilla como la illita-moscovita a 10 Å y, especialmente, a 5 Å, proporciona información a este efecto (Fig. 286a). A partir de 650 °C, el pico diagnóstico de la illita-moscovita se muestra alterado, esta alteración continúa si aumentamos la temperatura, hasta la práctica desaparición del mismo a los 800 °C (Drebushchak *et al.* 2005; Buxeda y Tsantini 2009). En estas piezas cabe contemplar, por tanto, una temperatura de cocción inferior a los 650/700 °C. Hay que señalar que, muchas de estas piezas con los picos de los filosilicatos mejor conservados, coinciden con aquellas en las que se ha observado materia orgánica bien conservada en la sección.

Por otra parte, la pieza TSB-6/65, además de poseer picos muy bien conservados de illita-moscovita, ha mostrado también evidencias claras de montmorillonita (Fig. 286b), un mineral de la arcilla que reacciona a bajas temperaturas (<650 °C). Su presencia puede deberse, por tanto, a dos razones, por un lado, a que no se superó este rango de temperatura de cocción o bien, menos probablemente, que la fase detectada pueda estar relacionada con alteraciones postdeposicionales que han podido constatar otros autores en cerámicas arqueológicas (Ortega *et al.* 2005).

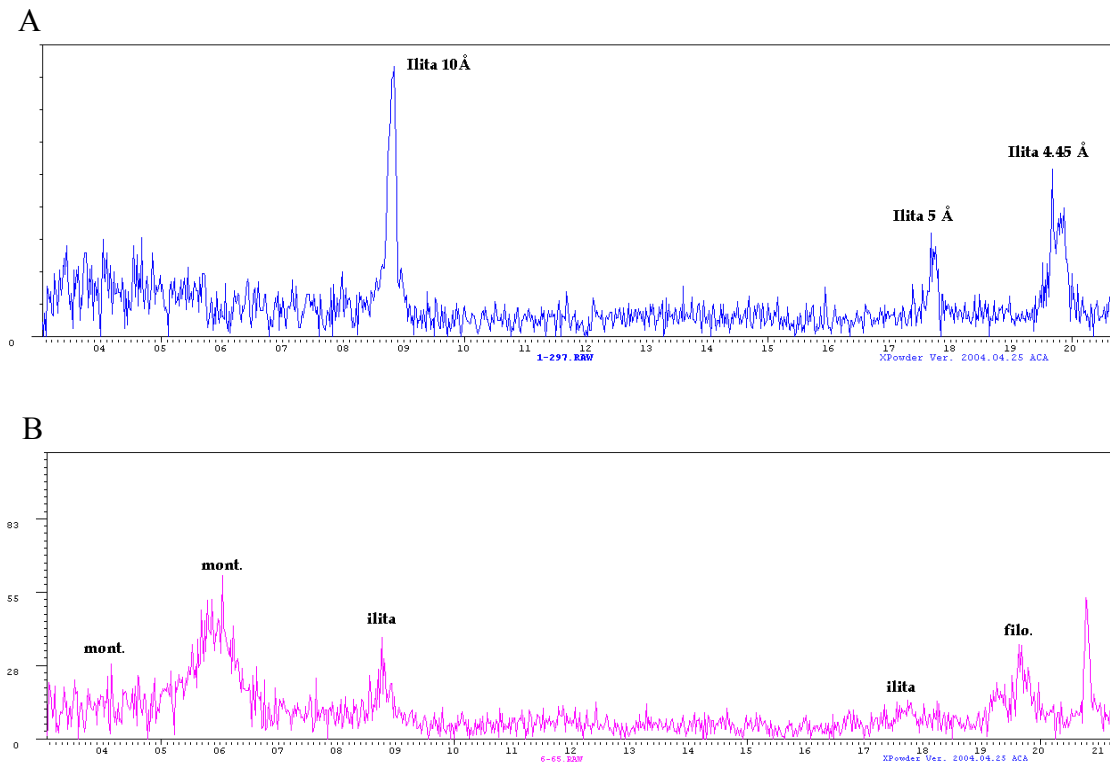


Figura 286. Difractogramas de DRX (muestra total) mostrando picos muy bien conservados de filosilicatos. A) Picos de ilita-moscovita en la pieza TSB-1/297. B) Picos de ilita-moscovita y montmorillonita en la pieza TSB-6/65.

Finalmente, hay que señalar la presencia, en el examen de la pasta mediante binocular y microscopio petrográfico, de materia orgánica grafitizada en gran parte de las muestras (Fig. 287) que poseen más de un 5% de este desgrasante (57%, $n = 59$). Por otra parte, se han observado algunas muestras que no presentan materias vegetales grafitizadas. Esta conservación diferencial de la materia orgánica se relaciona con distintas temperaturas y tiempos de cocción. Su conservación en la pasta resulta un exponente más de las bajas temperaturas de cocción alcanzadas en muchas piezas, ya que, dependiendo de la textura y el tipo de planta, entre 200-500 °C se inicia el proceso de grafitización hasta los 700-800 °C, cuando se produce la combustión total de la materia orgánica presente en la pasta. Dado el tipo de material orgánico empleado, al parecer herbáceas, debemos contemplar que las plantas utilizadas serían muy susceptibles de reaccionar durante la combustión, quedando combustionadas a temperaturas inferiores a los 700 °C. Ello evidencia su combustión total en cerámicas como SM-138, donde no se observan fases de alta temperatura, indicios de vitrificación o una alteración térmica de los cristales de calcita y que al parecer no alcanzaron temperaturas más altas.

Si consideramos que las fibras vegetales suelen estar bien conservadas grafitizadas en estas pasta, debemos pensar que la temperatura de cocción debió ser baja, en torno a los 550-650 °C y el tiempo de exposición corto, probablemente inferior a 1 hora. Empíricamente se puede reconocer con facilidad cuando las cerámicas han llegado a estas temperaturas y han adquirido cierta dureza ya que éstas se tornan incandescentes y de color¹⁸⁴ rojizo en la estructura de cocción (Palomar 2005: 315). Este tipo de cocciones rápidas resultan más adecuadas para pastas de este tipo porque las piezas con alta cantidad de materia orgánica presentan un alto índice de fracturas en el cuerpo cuando se cuecen utilizando curvas de temperatura lentas (Hodges 1962; Palomar, 2005: 320; Livingstone-Smith 2007: 20).

Por otro lado, hay que considerar que esta temperatura resulta suficiente para eliminar la cualidad de la arcilla de rehidratarse y tornarse plástica. Como se ha visto, uno de los experimentos realizados, consistente en la saturación con agua durante 30 horas de plaquetas de arcilla cocida a 705 °C, confirmó que las piezas no se deshacían o perdían su integridad y podían ser utilizadas de nuevo tras esta fase. A esta misma conclusión llegaron otros estudios experimentales, donde piezas cocidas a 500 °C ofrecían también cierta resistencia a la inmersión en agua (Palamarczuk 2004).

¹⁸⁴ Como se señaló para la producción etnográfica de cal viva en la isla (Albero *et al.* 2010), los alfareros, por ejemplo los Kalinga (Filipinas) o los Tuxtla (Méjico), suelen controlar el punto de la cocción a partir de la apreciación directa del color de los materiales que se calientan y de la tonalidad de la llama. Este proceso exige de una gran destreza y sólo la realizan los individuos más experimentados dentro del grupo siendo sus conclusiones sobre estos parámetros indicadores orientativos del estado de la cocción (Rice 1987: 158; Skibo 1992; Banning 2005: 177; Morales 2005: 41).

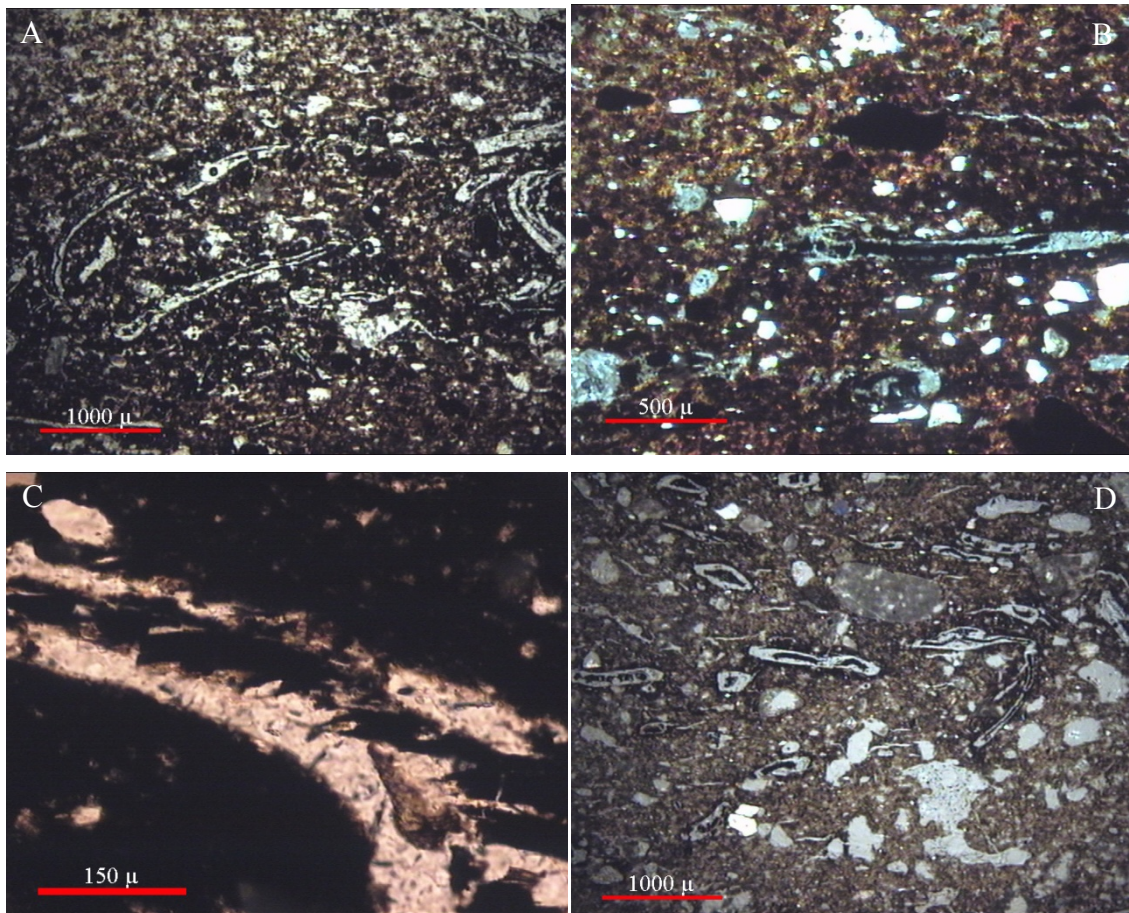


Figura 287. Microfotografías de láminas delgadas mostrando desgrasante vegetal grafitizado en las pastas cerámicas (PPL). A) TSB-9/81, B) TSB-6/82, C) TSB-1/300, D) SM-246.

22.3. Conclusiones: estrategias de cocción.

El principal problema que encontramos a la hora de estudiar las estrategias utilizadas en la cocción de las piezas consiste en la inexistencia de áreas de cocción en las zonas de estudio y, menos aún que estén relacionadas con el material analizado. Los datos no son tan solo escuetos sino que las evidencias ligadas a estructuras de combustión en las Islas Baleares son realmente escasas y se dispone, además, de muy poca información acerca de las mismas. Por el momento, tan solo se documentan dos estructuras que parecen relacionarse con la cocción de cerámica. Por un lado, las excavaciones desarrolladas por W. Waldren (1982: 170-182) permitieron documentar una supuesta estructura para cocer cerámica en el ámbito oeste del yacimiento de *Son Matge* (Fig. 288), curiosamente el sector del yacimiento menos protegido de los agentes atmosféricos. En esta zona, se localizaron evidencias de lo que podría ser un área de manufacturación de cerámica.

Según las dataciones radiocarbónicas, realizadas sobre carbón, la estructura documentada se situaría en entre *c.* 870 ± 40 BC, en plena época Talayótica. El primer estrato documentado en la misma, el estrato 9, se relaciona con capas finas de tierra y piedras a modo de escombros que probablemente proceden de la cubierta del abrigo. Bajo esta capa, se situaría el estrato 8 consistente en niveles de carbones de entre 10 y 15 cm de grosor. Parece ser, que esta capa se constata por todo el ámbito pero el grosor de esta capa en otras áreas resulta menor, de 6 a 8 cm, que en la zona de combustión. Éstos son los únicos datos de los que disponemos sobre el horno, desconocemos si al mismo se asociaba algún tipo de estructura más compleja que lo especificado. Así mismo, desconocemos los materiales que se asocian con estos niveles y las características de las cerámicas que en ellos se encontraron. La carencia de estos importantes datos minimiza, por tanto, cualquier tipo de interpretación que se pueda realizar sobre la estructura hallada y, mucho menos, sobre las estrategias de cocción asociadas con la misma.

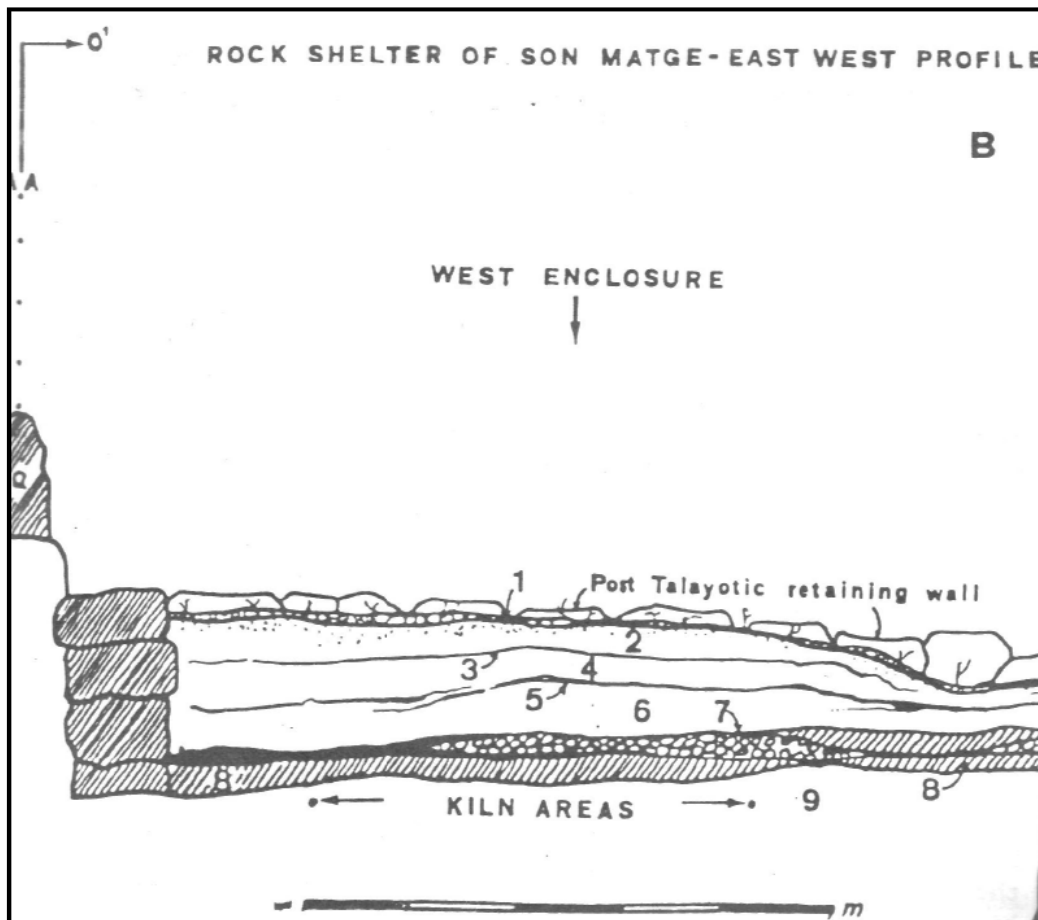


Figura 288. Estructura de combustión de *Son Matge* presuntamente asociada a la cocción de cerámicas (Fuente: Waldren 1982).

Por otro lado, tenemos noticias de una estructura de cocción en la isla de Menorca, en el yacimiento de *Sa Talaia de Torrepetxina*. La estructura ha sido expoliada y actualmente se encuentra en un estado lamentable, sin embargo, parte del material asociado se pudo recuperar y ha sido trasladado al Museo Municipal de Ciutadella. La estructura hallada en el yacimiento menorquín data de época talayótica (c. 760-530 BC/800-480 BC) y los datos de que disponemos indican una estructura de gran envergadura donde se habrían cocido al menos varias decenas de piezas utilizando una estrategia de cocción muy homogénea. Todas las piezas del horno presentan atmósferas finales oxidantes y los rasgos observados en los cristales de calcita indican que la temperatura de cocción estuvo estrechamente controlada y alcanzó temperaturas inferiores a 800 °C, el límite para que los desgrasantes comenzaran su descomposición. Gracias al descubrimiento de estos recipientes en una estructura de combustión junto a abundantes restos de adobes y toberas, sabemos que probablemente, las piezas fueron cocidas en un horno cerrado, con cúpula y respiraderos. Este horno se habría situado en una pequeña colina cerrada por un muro ciclópeo, en un lugar con una buena circulación de aire y bien visible (Gómez Gras y Risch 1999; Palomar 2005: 434; Guerrero *et al.* 2006: 133; Andreu *et al.* 2007).

Los escasos indicios en las islas de estructuras de cocción y la ausencia de estudios de los materiales cerámicos asociados a las mismas con los que comparar los datos obtenidos obligan a abordar la cocción de las piezas únicamente a través de las conclusiones derivadas del estudio de las pastas cerámicas. De este modo, resulta imprescindible fundamentar estos datos con la información etnográfica y experimental disponible con tal de poder establecer hipótesis relacionadas con el comportamiento del material cerámico en relación a la organización de la cocción. Recientemente, se han desarrollado investigaciones etnoarqueológicas y etnoarqueométricas con la intención de comprender mejor los procesos de cocción, ya sea por medio de la creación de colecciones de referencia como documentando los rasgos de aquellos materiales asociados a distintos tipos de hornos y estructuras de combustión tradicionales (Pierret 1995; Pool 2000; Sillar 2000; García Rosselló 2006 y 2008; Livingstone-Smith 2007; Gelbert 2003; Nicholson y Patterson 1989).

En lo que respecta a las estrategias de cocción, un aspecto que resulta vital abordar, junto con la temperatura y la duración de la cocción, es el tipo de atmósfera en la que se cocieron las vasijas. Para aproximarse a esta variable el mejor método consiste en analizar las transiciones cromáticas que se observan en la sección transversal de las cerámicas. El estudio de las transiciones cromáticas en la sección resulta mucho más efectivo mediante estudios macroscópicos, donde se posee una mayor representatividad de la cerámica en su conjunto y los resultados poseen, por tanto, una mayor significación acerca de la atmósfera de cocción utilizada en el conjunto de la pieza (García Rosselló y Calvo 2006; García Rosselló *et al.* 2009).

Sin embargo, aquí se va a tratar de abordar las estructuras de cocción utilizadas en la producción a través de los rasgos ya observados en las pastas en combinación con el estudio con binocular de la gama cromática presente en el corte transversal de la cerámica. Se ha utilizado preferentemente este instrumento y no el microscopio petrográfico debido a que si bien el aumento que proporciona la lupa resulta menor que el proporcionado por el microscopio, el campo visual de trabajo es mucho mayor. Mediante este procedimiento se han documentado numerosas variantes en lo que respecta a las transiciones cromáticas en el corte transversal. Finalmente, ha resultado más útil, con tal de sintetizar este parámetro, agrupar las piezas en los cuatro primeros grandes grupos cromáticos (Tablas 19-22):

- a) **R**: cocción principalmente reductora.
- b) **O**: cocción principalmente oxidante:
- c) **o-R-o**: Núcleo grueso reducido y márgenes finos oxidados.
- d) **O-r-O**: Márgenes gruesos oxidados y núcleo fino reducido.
- e) **O-r**: Margen externo y núcleo oxidado, margen interno fino reducido.
- f) **o-R**: Margen externo fino oxidado, núcleo y margen externo reducido.
- g) **R-o**: Margen externo y núcleo reducido, margen interno fino oxidado.
- h) **r-O**: Margen externo fino reducido, núcleo y margen interno oxidado.
- i) **R-O**: Margen exterior y núcleo reducido, Margen exterior y núcleo oxidado.
- j) **O-R**: Margen exterior y núcleo oxidado, Margen exterior y núcleo reducido.
- k) **O-R-o**: Margen exterior grueso oxidado, núcleo grueso reducido y margen interno fino oxidado.
- l) **o-R-O**: Margen exterior fino oxidado, núcleo grueso reducido y margen interno grueso oxidado.

- m) **O-R-O**: Margen exterior grueso oxidado, núcleo grueso reducido y margen interno grueso oxidado.

Existen multitud de estudios que han abordado la cocción de las cerámicas prehistóricas y su relación con diversas estructuras y atmósferas de cocción, ello ha demostrado que pueden utilizarse varias estrategias para pasar de una atmósfera reductora a una oxidante y viceversa. La atmósfera de cocción y su influencia en ciertos atributos de las vasijas, como por ejemplo en la coloración final de la pieza, son fenómenos muy complejos en los que intervienen multitud de variables, especialmente en lo que se refiere a los fenómenos de reducción de la pasta (Cuomo Di Caprio 1984: 45; Dawson y Kent 1987; Reid 2001; Livingstone-Smith 2007: 22).

La mayoría de piezas analizadas presentan una coloración de superficie heterogénea. Ello permite plantear que la cocción se hacía en estructuras de combustión donde no había una conducción uniforme del aire y el calor y donde las piezas estaban en contacto directo con el fuego. Por este motivo, las superficies no tienen un color homogéneo y presentan manchas aleatoriamente distribuidas por la superficie. La existencia de manchas en las superficies de las piezas apunta también a estructuras donde el combustible estuvo en contacto con las piezas (García Rosselló y Calvo 2006; García Rosselló *et al.* 2009).

La gran variedad cromática en la sección y en la tonalidad de las superficies de las piezas, y las bajas temperaturas de cocción ya determinadas, sugieren la utilización de cocciones donde la circulación de oxígeno es irregular y no se superan, por regla general, los 800 °C. Cocciones que no requieren de horno, y que obedecen a los rasgos constatados, se pueden realizar tanto mediante una pila de leña como en una fosa. En este tipo de estructuras, las temperaturas y las atmósferas completamente reductoras u oxidantes son difíciles de controlar y, normalmente, no se suele llegar a los 900 °C (Van As 1984; Spataro 2002: 39). En éstas, ya sean en fosa o al aire libre, la cocción no es del todo uniforme, especialmente cuando la mayor parte del combustible se ha consumido y se asiste a la introducción de oxígeno en la estructura. Estas infraestructuras resultan difíciles de controlar ya que hay un alto número de variables en las que el alfarero no puede intervenir con precisión. Este tipo de procedimientos condiciona que la variabilidad en la coloración observada en las cerámicas y el grado de heterogeneidad de los productos cocidos pueda ser muy alta, independientemente del proceso de fabricación utilizado para producir las piezas.

A pesar de estos rasgos comunes de los productos, se pueden observar algunas tendencias a la hora de cocer los artefactos en función de la temperatura, la duración y la atmósfera de cocción. Éstas son variables que están en estrecha relación con la utilización de determinadas estructuras de cocción y combustibles, por lo tanto, con todo este marco interpretativo se podrá abordar definitivamente las estrategias de cocción utilizadas para cocer las piezas. En este sentido, se proponen dos tipos de estrategias diferenciadas, por un lado cocciones oxidantes abiertas y, por otro, cocciones predominantemente reductoras, tal vez realizadas en fosa.

Si bien existen ciertas diferencias entre éstas que deben matizarse se puede señalar que ambas cocciones son relativamente rápidas y económicas en comparación con las cocciones en horno. También proporcionan una temperatura lo suficientemente alta (500-900 °C) para generar la deshidroxilación de los minerales de la arcilla y permitir que la cerámica adquiera cierta dureza, así como resistencia al agua. Las vasijas obtenidas con ambos procedimientos habrían sido operacionales y aptas para almacenar, cocinar, manipular y realizar otros usos cotidianos. De este modo, normalmente, si una vasija sobrevive a la cocción, ésta no se verá afectada por el contacto casual con un hogar doméstico. Este tipo de estructuras se utilizan para cocinar sobre brasas más que llamas y suelen alcanzar una temperatura baja, situada entre los 300 y los 500 °C (Gibson y Woods 1990: 18, 27, 34).

En definitiva, se han podido observar ciertas tendencias generales en la composición de las cerámicas y la atmósfera de cocción documentada (Fig. 289-291). Por un lado, muchas de las piezas que se han presentado preferentemente los márgenes oxidados son aquellas que presentan un contenido más alto de Fe_2O_3 . Por otro, muchas de las piezas que presentan una cocción ligada principalmente a una cocción reductora son aquellas que poseen altas cantidades de materia orgánica intencionalmente añadida. Finalmente, hay que señalar que no hay una correlación directa entre la cantidad de CaO presente en la pasta y la atmósfera de cocción observada.

Como se ha señalado, todo indica que las piezas responden a dos dinámicas de cocción distintas y básicas, el establecimiento de estas dinámicas está estrechamente relacionadas, al menos en parte, con la presencia/ausencia de materia orgánica en la pasta (García Rosselló y Calvo 2006). Como se ha visto, este desgrasante favorece la creación de micro-atmósferas dentro de la pieza que alteran la gama cromática de la sección transversal de la pasta dependiendo de la duración y la temperatura de cocción, pero independientemente del tipo de estructura utilizada.

Este componente no habría condicionado de tal modo la atmósfera de cocción de la pasta en piezas con escasa cantidad de este desgrasante. En estos casos, la gama cromática debe relacionarse más con la atmósfera condicionada por la estructura de cocción utilizada así como por la colocación de las piezas dentro de la misma.

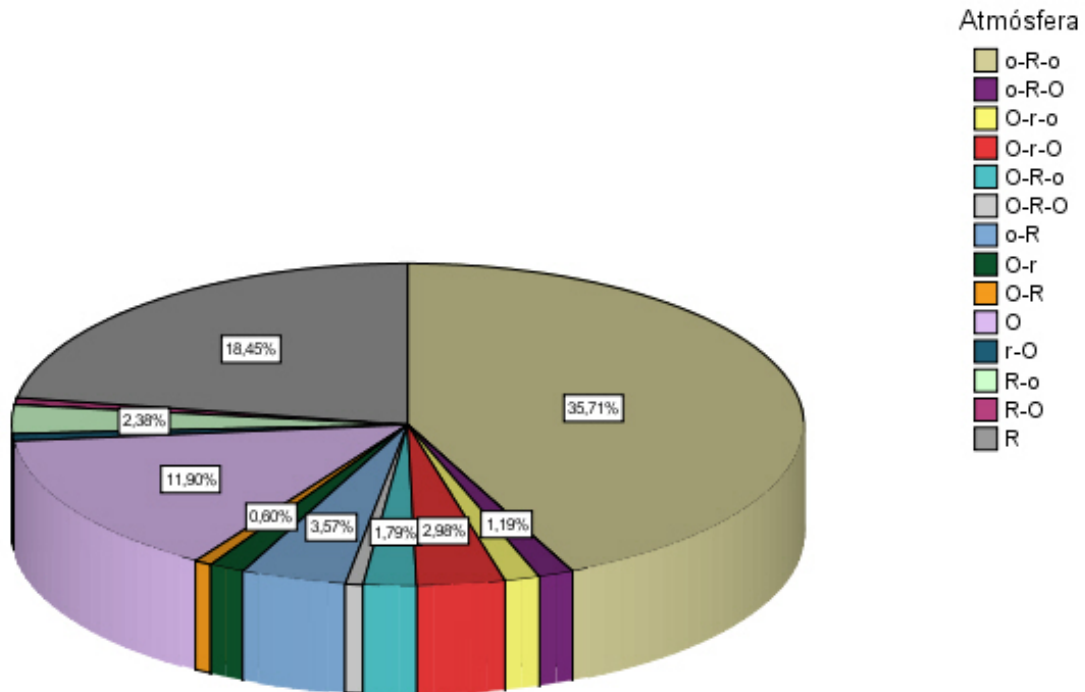


Figura 289. Porcentaje de piezas analizadas según las distintas posibilidades de transiciones cromáticas observadas en la sección. Observar la predominancia de cocciones reductoras (54%).

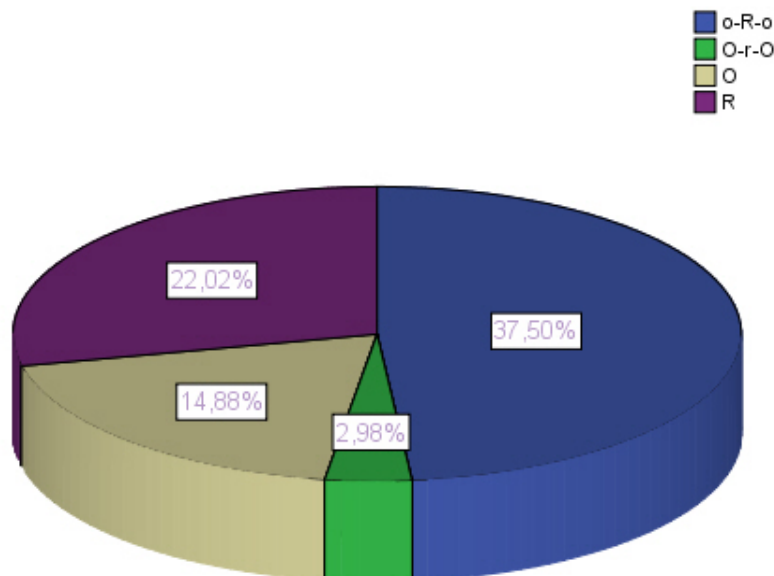


Figura 290. Porcentaje de piezas analizadas según las distintas posibilidades de transiciones cromáticas observadas en la sección de las cerámicas sintetizadas en cuatro grupos básicos. Observar la predominancia de cocciones reductoras (59%).

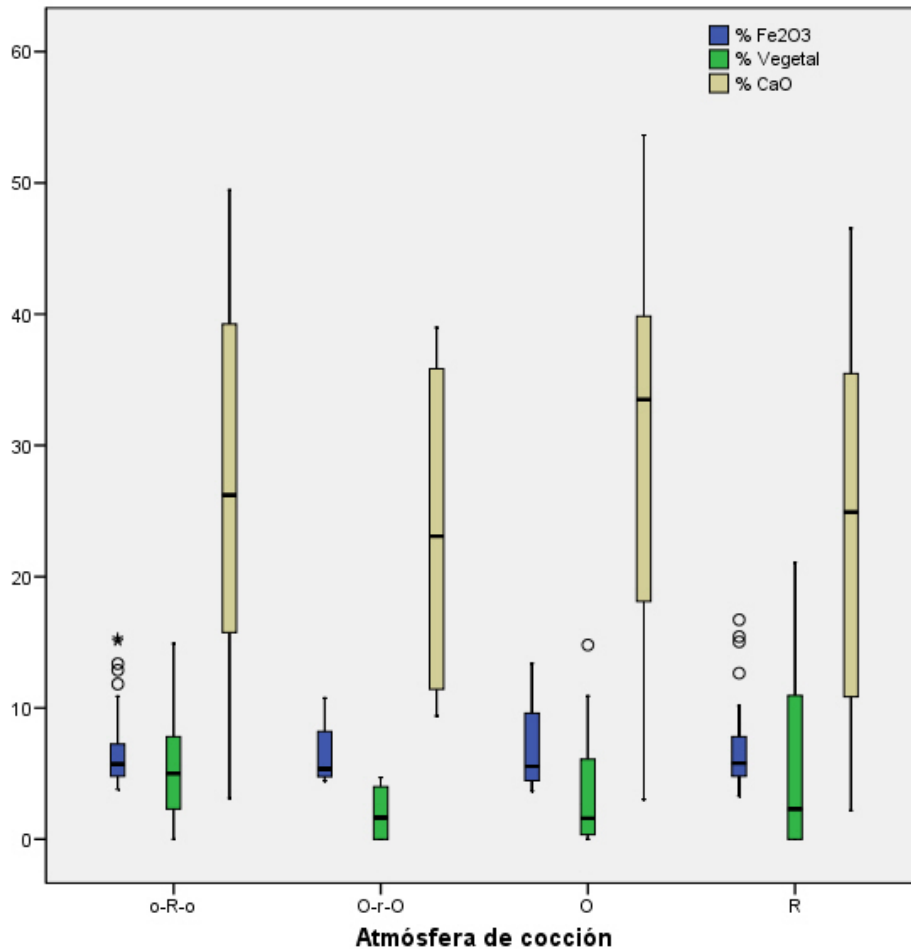


Figura 291. Diagrama de cajas mostrando la atmósfera de cocción básica de las piezas según el porcentaje de CaO, Fe₂O₃ y materia vegetal. Observar, a pesar de la amplia dispersión de los valores, cierta tendencia hacia una mayor concentración de pastas vegetales con la sección reducida y pastas ricas en hierro las secciones oxidadas. También observar como las concentraciones de CaO no se muestran en función del tipo de atmósfera utilizada en la cocción.

22.3.1. Pastas poco orgánicas: Cocciones cerradas, ambientes reductores y tiempos largos de exposición.

Dentro de las piezas que presentan menos de un 3% de materia orgánica se observa como predominan las pastas calcáreas o muy calcáreas¹⁸⁵ (Fig. 292), un 93.4% de estas muestras posee entre 11-53% de CaO y entre 19-94% de calcita. Un 71% de las 46 piezas que han mostrado escaso desgrasante vegetal (<3%) han evidenciado, además, un ambiente reductor en la práctica totalidad del cuerpo cerámico, lo que indica que esta atmósfera predomina durante la cocción (Tablas 19-22).

¹⁸⁵ Sólo las piezas CLG-2755, TSB-6/73 y TSB-17/23 han resultado poco calcáreas y poco orgánicas, estando además las dos últimas piezas cocidas básicamente utilizando una atmósfera oxidante.

De este modo se puede establecer cierta conexión entre atmósferas reductoras y pastas calcáreas con escasa materia vegetal. El porcentaje de piezas poco vegetales y calcáreas asciende al 97% del total de las piezas cocidas en atmósfera reductora. Entre las piezas con poca materia orgánica sólo la pieza CLG-2755 de carácter foráneo, poco calcárea y muy silíceo ha sido cocida utilizando también un ambiente reductor. Por lo que este tipo de atmósfera se utilizó para cocer, básicamente, piezas con esta composición muy calcárea.

Estas vasijas se caracterizan por tener, en ocasiones, superficies oscuras, grises y marrones aunque, otras veces, los márgenes externos se presentan finos y ligeramente oxidados. En definitiva, existe un patrón poco uniforme en la coloración de la superficie que presenta manchas relacionadas con el contacto de las piezas con el combustible. Sin embargo, en su eje transversal las pastas son oscuras, sin diferencias de color marcadas con los márgenes exteriores. Para producir esta coloración en el núcleo y los márgenes de piezas sin materia vegetal se requiere de una atmósfera altamente reductora durante gran parte de la cocción, lo que repercute en la necesidad de una atención continuada sobre la hornada por parte de los artesanos. Éstos deben cuidarse de incentivar la ausencia de oxígeno en la estructura al construirla y de saturar a la misma con el humo procedente de la combustión del combustible, lo que no resulta difícil si éste está verde y/o húmedo. La obtención de una atmósfera reductora se consigue en cocciones cerradas así como a partir de la adición de combustible de forma más o menos continuada a la hornada impidiendo, de este modo, la circulación de aire en la misma (Barley 1994: 23; Reid 2001; Spataro 2002: 32; García Rosselló y Calvo 2006).

Estos rasgos de la cerámica encajan perfectamente con los resultados obtenidos en reproducciones de cocciones experimentales realizadas con diversas materias primas locales (Gasull *et al.* 1984: 72-82; Waldren 1991; García Rosselló *et al.* e. p.). En estas reproducciones, las piezas fueron cocidas, utilizando tanto una cocción en fosa como con cocciones cerradas de superficie basadas en hogueras tapadas con tierra, siguiendo un periodo de cocción y un enfriamiento de larga duración, realizándose este último paso en la propia estructura durante unas 12 horas. El rango de temperatura máxima obtenido para cocciones tapadas con tierra fue de 850 °C que, como vimos, habría resultado el límite indicado para pastas calcáreas y especialmente aquellas piezas desgrasadas con calcita cristalina.

Sin embargo, un día con viento pueden alcanzarse picos de temperatura que llegan a 1000 °C en cocciones en fosa, aspecto que, como se ha señalado, puede tener consecuencias funestas en productos con esta composición básica. Esta variabilidad, así como el control poco preciso, de las temperaturas en este tipo de estructuras evidencia de la importancia de hacer la cocción bajo las condiciones meteorológicas adecuadas.

Durante el periodo de enfriamiento relativamente largo en este tipo de estructuras se puede producir la entrada de oxígeno en la estructura lo que puede afectar a las superficies de las cerámicas, que adquieren una superficie oxidada en una franja poco gruesa vista en sección. Así pues, los datos experimentales disponibles y las características de los materiales estudiados permiten apuntar hacia cocciones relativamente largas, de al menos unas 16 horas de duración, que permitan la reducción de la mayor parte de la sección así como con un ascenso y un descenso lento de la temperatura.

En nuestro caso, dado el importante componente calcáreo de la mayor parte de las pastas, sería preferible que los periodos de exposición a la máxima temperatura (>750 °C) fuesen muy cortos, inferiores a una hora, para evitar la descomposición de la calcita presente en la pasta. Ya se ha comentado que este tipo de cocciones reductoras son muy recomendables en este tipo de pastas, ya que permiten elevar la temperatura de reacción del carbonato de cálcico en 50 °C por encima de la observada en ambientes oxidantes. Este tipo de estrategias habrían proporcionado, al permitir una temperatura más alta de cocción, la obtención de una cerámica más compacta, dura y resistente así como un producto menos poroso que el conseguido en caso de utilizarse cocciones de superficie abiertas, donde suelen predominar atmósferas oxidantes, especialmente cuando la pasta es pobre en materia orgánica (García Rosselló y Calvo 2006).

Sin embargo, se ha podido observar que, entre las 46 piezas analizadas sin apenas materia orgánica, hay un 24% de los ejemplares con una cantidad alta de calcita (70-95%) y CaO (32-53%) que se cuecen en un ambiente predominantemente oxidante¹⁸⁶. Este hecho podría indicar que algunos de los alfareros que fabricaron cerámica, tal vez, desconocían los beneficios que posee este tipo de atmósferas para incrementar la calidad de los artefactos y las posibilidades de éxito de obtener un óptimo producto final.

¹⁸⁶ El 4.2% restante de piezas oxidantes se relaciona con las piezas poco calcáreas TSB-17/23 y TSB-6/73.

A pesar de esta representación de artefactos que se salen de la tendencia establecida, pensamos que la atmósfera reductora observada es clara para la mayoría de cocciones efectuadas en este tipo de piezas sin apenas materia orgánica. Sin embargo, independientemente del tipo de atmósfera utilizada, en prácticamente todos los casos, podemos asegurar que la temperatura de cocción estuvo lo suficientemente controlada como para evitar una reacción de la calcita en la pasta, incluso utilizando atmósferas oxidantes.

Un análisis de la adscripción cronológica de estas piezas cocidas en un ambiente predominantemente oxidante (Fig. 293), con escasa materia orgánica y pastas con altas cantidades de calcita y CaO sugiere que diferentes atmósferas de cocción en pastas con rasgos muy parecidos pueden relacionarse con el periodo en el que se fabricaron las piezas. Se ha podido observar que varias de estas vasijas oxidadas se asocian a la fase postalayótica (SM-103, SM-138, SM-280, SM-325, SM-386, SM-834), fase donde las cocciones abiertas son predominantes (García Rosselló *et al.* e. p.). Ello, como se comentará, podría evidenciar un cambio en las estrategias de cocción en este periodo respecto a fases anteriores.

Por otro lado, observamos un pequeño número de muestras, del Bronce Medio y Final así como época Talayótica, que se diferencian del restante registro de estos periodos por presentar una atmósfera predominantemente oxidante en pastas poco orgánicas y calcáreas (CLG-204, SM-468, TSF-1113, SM-634, CLG-2795). En estos casos debemos considerar que se realizó una cocción poco común en una estructura abierta en atmósfera oxidante o bien que dentro de una cocción en una estructura relativamente cerrada y con una atmósfera principalmente reductora la pasta pudo oxidarse al menos parcialmente.

En una atmósfera reductora, el gas que se genera durante la cocción es susceptible de recibir los átomos de oxígeno que hay en algunos de los componentes de la cerámica. Este hecho explicaría la gran variabilidad cromática observada, a diferencia del núcleo, en las superficies de las cerámicas. De este modo una cocción enteramente reductora resulta muy difícil de conseguir, incluso utilizando técnicas actuales en un laboratorio. El principal agente de reducción en la cocción es el monóxido de carbono liberado por la materia orgánica que contiene la pasta y el combustible utilizado. En este sentido, muchas comunidades de ceramistas que desean una cocción completamente reductora prefieren construir una estructura sellada y no permanente que se desmantela, tras finalizar el enfriamiento, al extraer las piezas tras la cocción (Dawson y Kent 1984

y 1985; Pool 2000; García Rosselló y Calvo 2006; Livingstone-Smith 2007: 22; Dicks 2008).

Como señalan Dawson y Kent (1985: 71) en base a observaciones etnográficas, en cada hornada se fabrica “...a capping built after each loading and before each firing, and dismantled before each unloading. Access to the ware chamber is often facilitated by the provision of a cutaway in the side of the permanent part of the superstructure. Again, there are wide variations in detailed design.” Estructuras de este tipo se pueden construir en tan solo un par de horas como documenta Pool (2000) entre los alfareros Tuxtla (Méjico).

De todos modos, como señalan estudios experimentales, a pesar de la influencia de la estructura en la atmósfera de cocción y en la coloración de la pieza (García Rosselló y Calvo 2006), no podemos olvidar que el factor primigenio, el que más parece influir en la consecución de una pasta reducida es el perfil del artesano. Éste, de modo consciente, puede variar la estrategia de cocción para obtener productos con unas características determinadas.

El producto obtenido de una cocción “...it is purely a matter of the decision and application of the skill of the person firing the kiln which determines the final effects on the wares of reduction and reoxidation and that the actual design of kiln may not be relevant” (Dawson y Kent 1985: 78).

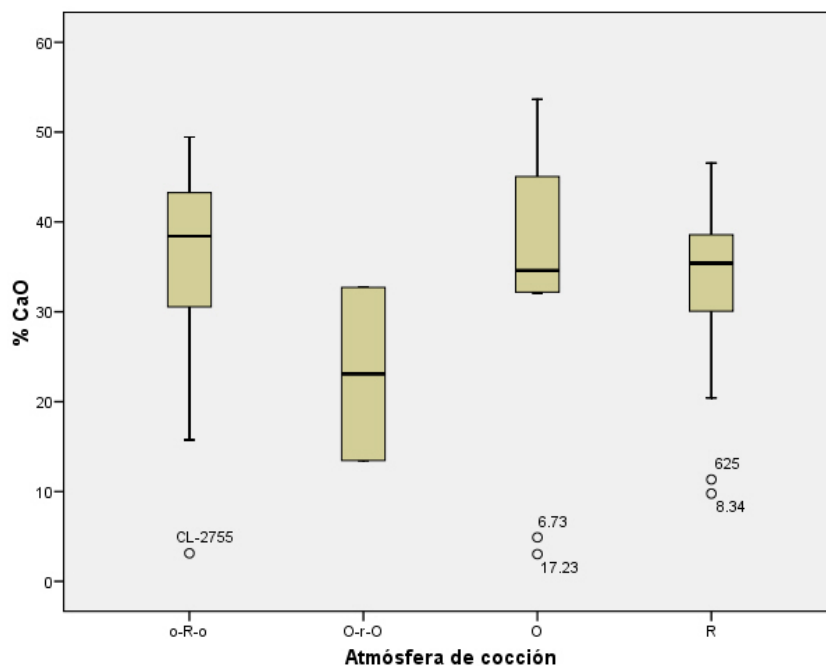


Figura 292. % de CaO según atmósfera de cocción predominante en las muestras con menos de 3% de materia orgánica. Observar la alta presencia de CaO independientemente de la atmósfera de cocción.

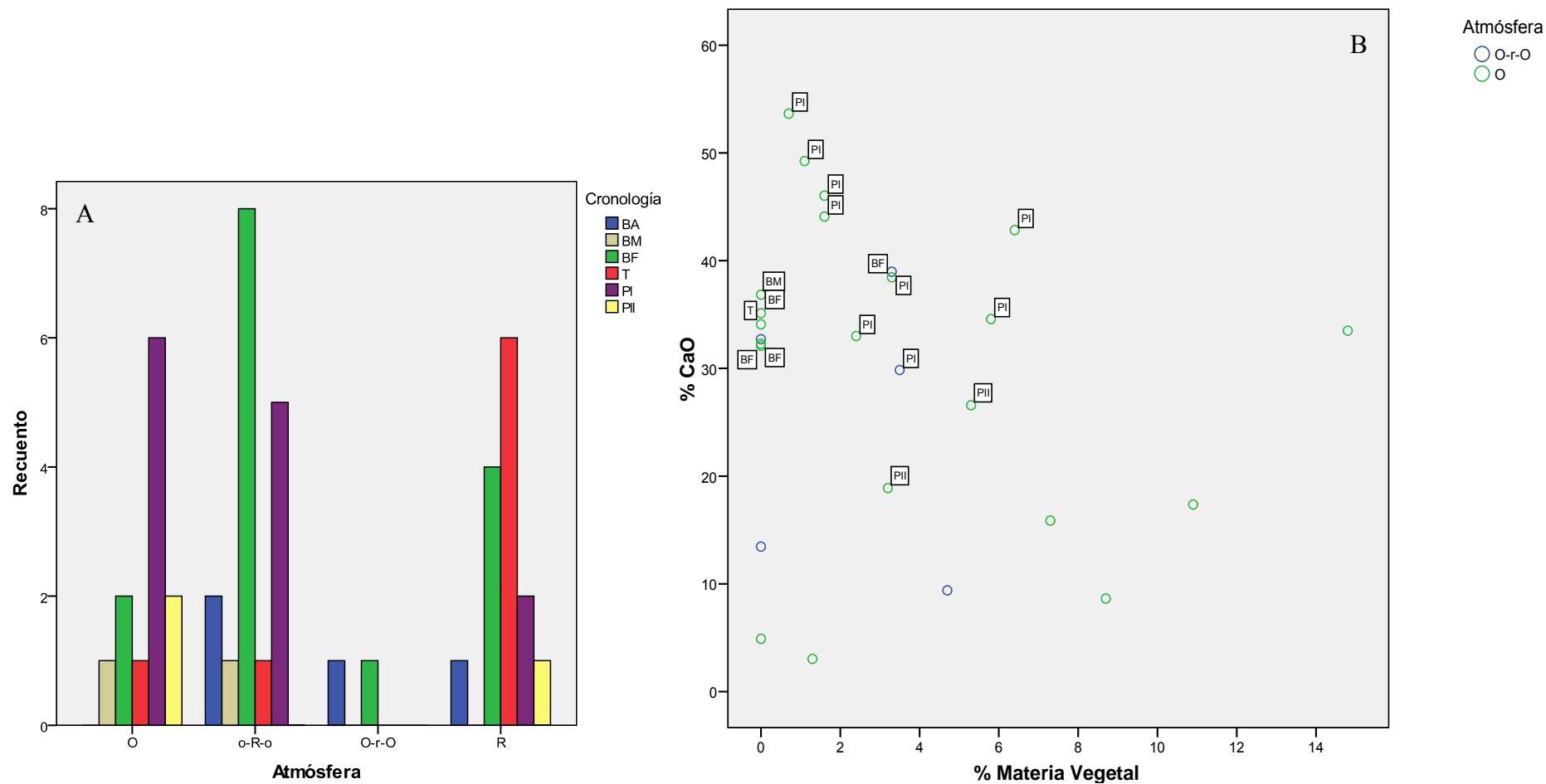


Figura 293. A) Gráfico de barras mostrando el número de piezas con <3% de materia orgánica adscritas a cada atmósfera de cocción según la cronología de las cerámicas. Observar el predominio evidente de cocciones reductoras durante el Bronce Final y época Talayótica así como el incremento de las oxidantes en el Postalayótico I. B) Gráfico mostrando la dispersión de piezas cocidas en ambientes oxidantes según cronología. Observar el predominio de piezas postalayóticas entre las piezas que han presentado cocciones oxidantes, escasa cantidad de materia orgánica (<3%) y altas cantidades de CaO.

22.3.2. Ambientes oxidantes y tiempos de exposición cortos.

Como se ha podido constatar, la mayoría de las piezas con materia orgánica añadida en una cantidad reseñable (>3.5%, $n = 70$) presentan, independientemente del tipo de pasta, una gama cromática donde predominan efectos de reducción en la pasta (85.7%), éstas se muestran completamente reducida o con sólo márgenes finos oxidados y con las superficies claras aunque heterogéneas. Estos rasgos han podido observarse etnográficamente en Krumiria (Túnez) en un grupo de cerámicas, cocidas en estructuras de combustión abiertas o semi-abiertas, que tienen una gran similitud cromática con las piezas analizadas. Las poblaciones alfareras de este lugar utilizan como combustible hojas y excrementos de vaca para cocer pastas con una alta presencia de humus. La duración de la cocción es de treinta minutos y, tras la cocción, las piezas presentan en el corte transversal un núcleo oscuro o negro intenso y unos márgenes, de grosor aleatorio, de color claro. El límite entre los márgenes y el núcleo es difuso y el grosor del núcleo resulta muy variable a lo largo de todo el perfil de las piezas. La superficie de las piezas es de tendencia clara aunque heterogénea, con una alta variabilidad entre las diferentes cerámicas, y aparecen manchas oscuras de diferente coloración y márgenes difuminados relacionados con el contacto de las llamas (García Rosselló *et al.* e. p.).

Además de la información etnográfica y arqueológica, estudios experimentales con pastas muy orgánicas (Hodges 1962; Gibson y Woods 1990: 113; Nodari *et al.* 2004; Maritan *et al.* 2006), ya habían señalado que en cocciones oxidantes resulta usual obtener los núcleos de la vasija, especialmente allí donde la pared es más gruesa, ennegrecidos fruto de un ambiente de cocción diferenciado respecto al de las superficies. En el núcleo de este tipo de pastas se crean, en función del porcentaje de materia orgánica, unas condiciones reductoras que van a retrasar su oxidación. En estos ambientes reductores extremos, a 650 °C, la alta cantidad de CO₂ presente en la atmósfera inhibe la pérdida del carbono de la materia orgánica. Éste se libera de forma más lenta, de modo que es habitual hallar fragmentos de materia vegetal parcialmente grafitizada en los núcleos de las piezas cocidas a bajas temperaturas, en cocciones rápidas y en ambientes oxidantes. La cantidad de CO₂ y por tanto el efecto reductor puede incrementarse si la materia orgánica utilizada para desgrasar las muestras está húmeda (Cuomo Di Caprio 1984: 126).

Todos estos datos referidos a la cocción se relacionan muy bien con los rasgos de las piezas analizadas con abundante materia orgánica, donde se observan núcleos gruesos reducidos y materia vegetal grafitizada. Además, ya se ha señalado la gran capacidad de absorción de agua que tienen las pastas con este tipo de desgrasantes por lo que podemos asegurar que éstos, dada su capacidad para retener agua, se hallarían húmedos tras la fase de secado y durante la cocción de las piezas, favoreciendo una atmósfera altamente reductora en el interior de la pasta. Por otro lado, la presencia abundante de materia orgánica no volatilizada en las piezas se corresponde, además de con la presencia de una atmósfera altamente reductora en el interior de la pasta, con una alta velocidad de calentamiento en el intervalo 400-700 °C, en el que debería completarse su combustión (Morales 2005: 315).

Estos ejemplos etnográficos y experimentales, unidos a otros estudios arqueológicos sobre pastas con las mismas características (Gibson y Woods 1990: 54; Szákmany y Starnini 2007), permiten concluir que la presencia de abundante desgrasante orgánico, bien conservado o parcialmente grafitizado en estas pastas, evidencia una baja TCE (550/650 °C) y un tiempo muy breve de exposición a temperaturas superiores a 700 °C. Probablemente, además, se utilizó una ascensión rápida de la curva de temperatura de cocción, es decir, se realizaron cocciones rápidas a muy baja temperatura. La utilización de materia vegetal como desgrasante en combinación con este tipo de estrategias de cocción permite generar un cuerpo cerámico relativamente bien cocido, al incorporar también la pasta parte del combustible que va a utilizarse durante la cocción. Contribuyendo a aumentar el tiempo de exposición a la máxima temperatura en cocciones abiertas, donde el combustible se consume rápidamente (Palomar 2005: 472).

Así pues, una vez determinada la temperatura y la duración de la cocción, debemos plantearnos el carácter abierto o cerrado de las estructuras de cocción empleadas en este tipo de piezas muy orgánicas. Etnográficamente, se documentan hornos abiertos donde la temperatura máxima se consigue en sólo 20 minutos (Hodges 1962; Skibo 1992; Hoard *et al.* 1995). En nuestro caso la utilización de este tipo de atmósferas quedan constatadas en nuestras muestras por la presencia de márgenes oxidados muy finos en piezas con una alta cantidad de materia orgánica. En pastas muy orgánicas un núcleo reducido no implica la realización de cocciones cerradas para la obtención de una atmósfera reductora.

En este sentido, Livingstone-Smith (2007) distingue, en base a 80 cocciones etnográficas, varios tipos de estrategias. Las que mejor se corresponden con nuestros datos consisten en cocciones en hogueras simples, depresiones, hogueras simples con aislación poco pronunciada y hornos. Estas cocciones se caracterizan, en términos generales, por tener una duración muy inferior a 1 hora y una temperatura de ascensión que puede ser superior a los 40 °C/min. Las tres primeras estructuras suelen presentar tiempos de exposición a las máximas temperaturas inferiores a 9 minutos. Se observan estrategias donde, independientemente del tipo de estructura utilizada, se minimiza el tiempo de exposición de las cerámicas a una temperatura superior a los 700 °C, que incluso puede ser nulo. Esta escasa temperatura y tiempo de cocción minimizaría la posibilidad de reacciones poco deseadas en la pasta, como la descomposición de los carbonatos, incluso en cocciones oxidantes.

Este sería el caso de la industria cerámica doméstica que se efectúa en zonas como Camerún (Gosselain *et al.* 1996) el norte de Ghana (García Rosselló y Calvo c. p.) o Filipinas, donde se utilizan hornos abiertos y cocciones de corta duración. En estos ejemplos la escala de producción es baja, para consumo personal, por lo que se cocen sólo entre 6 y 20 cerámicas de tipología variada por hornada (Van der Leeuw 1984; Skibo 1992).

En este sentido, hay que señalar que en la producción cerámica, la utilización de cocciones oxidantes garantiza un óptimo rendimiento de la combustión (Morales 2005: 37). Tal vez este tipo de estrategia de cocción, oxidante, rápida y a baja temperatura, sea el más adecuado para este tipo de pastas calcáreas muy vegetales. Hodges (1962) constató experimentalmente un alto índice de fracturación del cuerpo en las piezas con una alta cantidad de materia orgánica que se cocieron utilizando un perfil de curva de temperatura de lenta. Sin embargo, desde estudios más recientes (Schiffer y Skibo 1987), se señala un peor resultado de las pastas vegetales en relación a otras minerales cuando se utiliza una estrategia de cocción con curva rápida. Este mayor índice de fracaso se ha atribuido a la brusca y rápida pérdida de agua contenida en la cerámica que, al convertirse en vapor, hace estallar muchas veces la cerámica o bien la deforma. Según estos autores, este inconveniente puede solventarse precalentando la cerámica o cociéndola lentamente en sus primeras fases de calentamiento. Lo que resulta evidente, como se ha observado en las cerámicas arqueológicas, es que las pastas vegetales tienen un grado adecuado de resistencia térmica para sobrevivir a un mínimo proceso de cocción.

Las pastas con texturas más groseras son más capaces para resistir a este tipo de cocciones a pesar de que existe un alto riesgo de fracturación de los artefactos por la evaporación de volátiles. Se señala, por tanto, la importancia, en muchas producciones prehistóricas, de una pasta lo suficiente gruesa capaz de resistir a estrategias de cocción concretas, como las que usan curvas rápidas de calentamiento típicas de cocciones abiertas (Tite 1999 y 2008).

Por otro lado, algunos autores (Gibson y Woods 1990: 27; Padial 1999: 131-138; Tite 1999 y 2008) han podido determinar que una cocción abierta proporciona un calentamiento rápido hasta alcanzar la temperatura máxima, en un periodo inferior a la media hora. Una vez ésta se ha alcanzado, se produce un tiempo muy corto de permanencia donde se pueden alcanzar temperaturas que varían entre 500 y 900 °C. De este modo, en la sección de la vasija suelen quedar restos de materia orgánica debido a un corto periodo de exposición. Por otra parte, en estas cocciones, las temperaturas y las atmósferas son altamente variables en las diferentes partes de la estructura y durante el transcurso de la cocción. Rara vez se consiguen piezas totalmente oxidadas, ya que, es común la presencia de manchas por el contacto con el combustible (García Rosselló y Calvo 2006).

Concluir señalando que, por todo lo expuesto, se debe considerar seriamente la posibilidad de cocciones abiertas y oxidantes para las cerámicas que han presentado desgrasante orgánico en cierta cantidad. Así pues, coincidiendo con otros estudios realizados en la isla con este tipo de pastas (Palomar 2005: 434 y 2009), se propone la realización de cocciones rápidas de corta duración donde la temperatura máxima se alcanzaría en menos de media hora y se mantendría durante un periodo de tiempo muy breve. Este tipo de cocción contrastaría, por tanto, enormemente con la estrategia propuesta para las anteriores cerámicas relacionadas con pastas poco orgánicas cocidas a baja temperatura pero, sin embargo, utilizando curvas largas y atmósferas reductoras efectuadas en cocciones cerradas o en fosa.

Este tipo de cocciones rápidas como las registradas son sólo asumibles en pastas gruesas, como las que se suelen observar en cerámica a mano desgrasada con vegetal o mineral. Como pudimos comprobar experimentalmente con las arcillas muy plásticas y finas, este tipo de cocciones no son asumibles para pastas de textura fina, como las típicas de producciones cerámicas a torno, que suelen cocerse utilizando curvas lentas.

Tite (2008: 220) señala a este respecto “*very fast heating rates for open firings is that normally only coarse textured pottery can be open fired; otherwise, steam resulting from loss of absorbed and chemically combined water cannot escape, and the vessel will crack. In contrast, because of the much slower heating rates, both fine-textured and coarse-textured pottery can be readily fired in a kiln.*”

Al margen de este gran grupo de pastas orgánicas reducidas documentamos como un 14.3% de las piezas de las piezas con más de un 3.5% de materia orgánica presentan coloraciones claras, adscritas a ambientes oxidantes o con sólo un fino núcleo reducido (Fig. 294). Estas muestras completamente oxidadas y poco orgánicas coinciden a menudo con aquellas que muestran un enriquecimiento en las concentraciones de Fe_2O_3 (TSB-6/73, TSB-9/80, TSB-6/79, TSB-7/10, TSB-6/87, TSB-7/32, TSB-6/72). Excepto por un pequeño grupo de piezas¹⁸⁷ oxidadas que presenta concentraciones de entre 5 y 15% de materia orgánica, estas piezas¹⁸⁸ oxidadas tienen una menor cantidad de desgrasante orgánico (<5%). Una menor cantidad de materia orgánica habría anulado efectos tan agresivos de reducción de la pasta en cocciones oxidantes de modo que la materia orgánica habría reaccionado antes posibilitando que el hierro presente en la pasta determinara el color de las piezas.

Al igual que en el grupo anterior, las cerámicas de este grupo oxidante no tienen un color homogéneo, presentan manchas y no son uniformes en su superficie. Todo induce a pensar que estas piezas con escasa cantidad de materia orgánica se cocieron igualmente en una estructura abierta, con una curva rápida de calentamiento y a baja temperatura. Aquí las piezas estaban también en contacto con el combustible, llamas y otras piezas. Parece ser que las piezas se enfriaban en la propia estructura de combustión, sin existir una atmosfera final diferenciada de la de la cocción. Tal vez sólo el reducido grupo de piezas que se muestran oxidadas y presentan cantidades medias/altas de desgrasante vegetal son las que habrían podido experimentar curvas de cocción más lentas o bien pudieron estar ubicadas en zonas de la estructura con mayor circulación de aire.

¹⁸⁷ TSF-326, TSB-7/32, TSB-6/87, SM-3, TSB-7/10, SM-823, SM-697, SM-6/79.

¹⁸⁸ SM-1125, TSB-9/80, SM-138, SM-386, SM-280, CLG-204, CLG-1233, SM-140, TSB-17/23, SM-103, SM-325, SM-834, SM-634, TSB-6/73, TSF-1113, SM-468, CLG-2795, TSB-6/72, SM-663.

Estructuras de combustión asociadas a cocciones de corta duración y a bajas temperaturas, presumiblemente vinculadas con la cocción de muchas de las cerámicas analizadas, dejan escaso registro arqueológico. En estos casos, el sedimento que rodea a la estructura de cocción se ve poco afectado, independientemente de si son cocciones en superficie o en fosa, lo que dificulta el mantenimiento de evidencias especialmente cuando se limpian los desechos generados una vez utilizadas las estructuras.

La dificultad radica en identificar las diferencias existentes entre hogares convencionales y estructuras de cocción de cerámica¹⁸⁹. Como algunos autores han remarcado, es necesario iniciar protocolos etnográficos y experimentales que permitan observar el registro material que dejan cocciones a pequeña escala de este tipo para después realizar comparaciones con los datos procedentes del registro arqueológico. Ello puede facilitar la identificación de áreas de producción que han podido pasar desapercibidas en el transcurso de las excavaciones (Gibson y Woods 1990: 18, 45, 56).

Finalmente, hay que señalar que las piezas cocidas con esta estrategia tan agresiva, especialmente aquellas que poseen escaso desgrasante mineral, suelen presentar defectos de cocción importantes, como alteraciones en la forma y el tamaño de las piezas (García Rosselló 2010). Estas alteraciones se relacionan con deformaciones de las superficies, de los ángulos y los bordes de las vasijas y provocan una pérdida de la simetría de la pieza. Estos problemas se derivan también del proceso de preparación de la pasta, especialmente cuando se realiza una molienda y un mezclado deficiente de la misma. Ello proporciona una composición muy heterogénea de los componentes en la matriz, lo que incluye, a su vez, una distribución desigual del grado de humedad de la pieza que sigue vigente cuando ésta es introducida en el horno. De este modo, las deformaciones de las piezas se producen al deshidratarse de manera más agresiva determinadas partes de la cerámica. En este sentido, es recomendable, en este tipo de producciones, que las zonas de la cerámica más susceptibles de sufrir fracturas, como los bordes, no se modelen excesivamente finos (Morales 2005: 314).

¹⁸⁹ Si bien se documentan casos, por ejemplo en Nicaragua, donde las estructuras de cocción consisten en los propios hogares domésticos (Palomar 2009).

En definitiva, como ya se indicó anteriormente, estas diferencias en la estrategia de cocción parecen relacionarse en términos generales con parámetros cronológicos (Fig. 295). En el Bronce Final y época Talayótica predominaban claramente pastas calcáreas con escaso desgrasante vegetal y cocciones más largas utilizando bajas temperaturas y atmósferas reductoras en estructuras relativamente cerradas. En cambio, en época postalayótica se documenta el uso de cocciones rápidas, a baja temperatura en atmósfera oxidante y, probablemente, en estructuras abiertas asociadas a pastas que pueden ser muy orgánicas. Si bien esta última tendencia se materializa en núcleos reducidos y márgenes ligeramente oxidados, en este periodo aumentan el número de piezas oxidadas vinculadas, normalmente, con pastas ricas en hierro y/o bajo contenido de materia orgánica. Un 71% de las pastas completamente oxidadas se vinculan con el Postalayótico I y II, evidenciando la importancia de este tipo de cocciones en esta fase que, en todo caso, se encuentra sobre-representada.

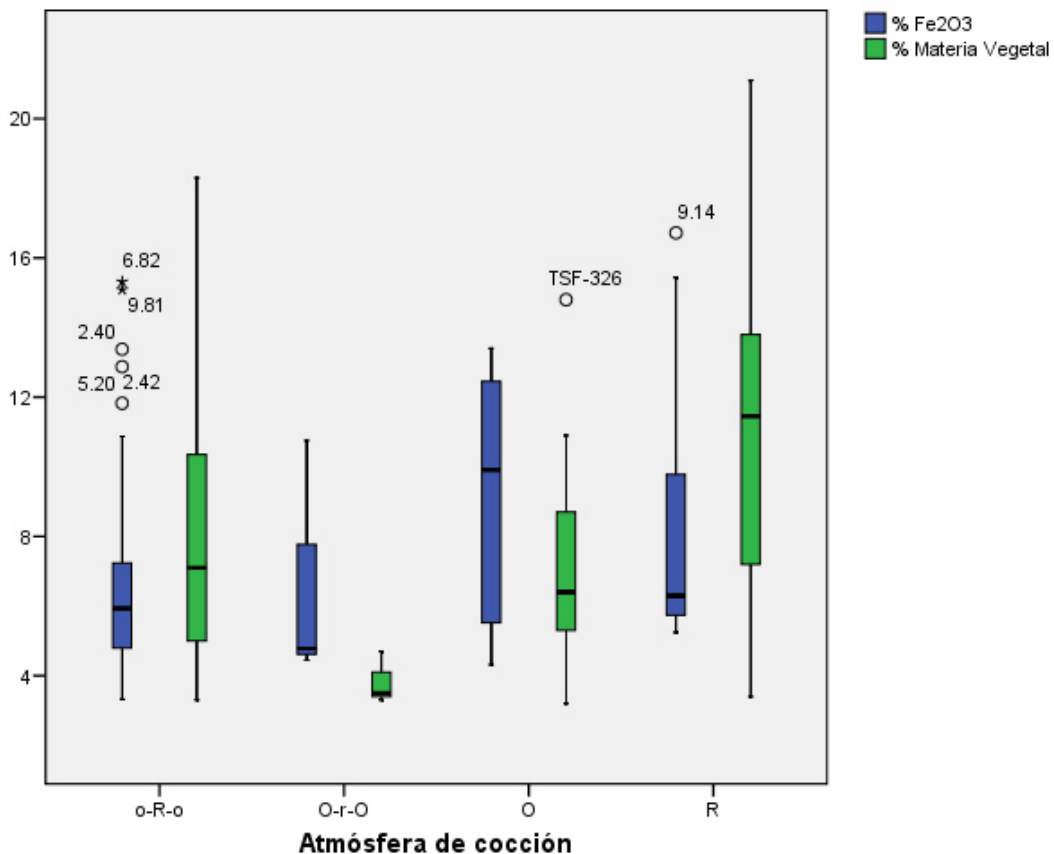


Figura 294. Diagrama de cajas mostrando la atmósfera de cocción predominante en piezas con >3% de materia orgánica en función del % de Materia vegetal y % Fe_2O_3 . Observar una media más alta de Fe_2O_3 en piezas oxidadas y el incremento de materia orgánica en piezas de tendencia reductora.

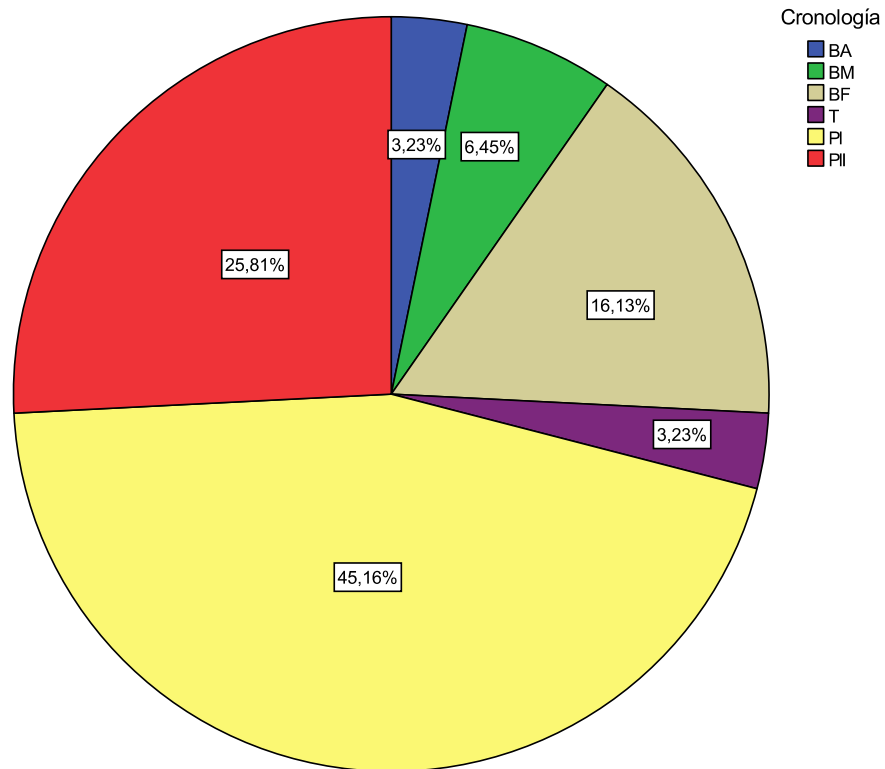


Figura 295. Porcentaje de piezas con atmósfera oxidante en función de la cronología. Observar el incremento de piezas cocidas en atmósfera oxidante en época postalayótica.

23. CADENA OPERATIVA: ESPACIO, TIEMPO Y GÉNERO.

La cadena operativa como sistema de ordenación de las múltiples elecciones técnicas realizadas por los alfareros supone un marco que establece coherentemente la relación existente entre los materiales y las técnicas pormenorizadas utilizadas en todo el proceso de producción de los artefactos. Sin embargo, este concepto conlleva establecer también secuencias cronológicas en relación a sucesivas acciones técnicas que tienen lugar en determinados periodos de tiempo y que se realizan en espacios concretos. De este modo, la cadena operativa va a contemplar parámetros como la ordenación en el tiempo y el espacio de las acciones que se desarrollan para fabricar los objetos. Finalmente, en la realización de las distintas actividades ejecutadas en el proceso de producción pueden participar individuos de distinto género, de modo que también este concepto puede utilizarse para abordar la organización sexual dentro del proceso de producción. Si bien todos estos aspectos no resultan fáciles de discernir a través del estudio de pastas en cerámicas arqueológicas debemos tenerlos presentes, al menos a nivel teórico, con tal de dotar de integridad y contexto a las cadenas operativas que se establecen del estudio de los materiales y en vistas a poder visualizarlos.

23.1. Temporalidad de la producción.

Estudios etnográficos¹⁹⁰ documentan a este respecto dos momentos en los que se fabrica cerámica, por un lado, “*cuando es el momento*”, es decir, en un momento determinado del año o, por otro lado, “*cuando hay necesidad*”. En casos donde la cerámica se produce y usa en ambientes domésticos la producción suele ser a tiempo parcial, cuando no se cultiva, hace mejor tiempo, o sencillamente cuando ésta hace falta. En cociones abiertas, las cerámicas pueden cocerse fácilmente y rápido independientemente de la época del año. En este sentido, si bien hay estaciones que son más adecuadas para desarrollar la producción, no hay limitaciones para confinar la fabricación de las cerámicas exclusivamente a determinadas épocas del año más cálidas¹⁹¹.

¹⁹⁰ Por ejemplo en la tribu Bantú (Krause 1984), Kalinga (Skibo 1992) o las etnias Kusasi y Komba (Ghana) (García Rosselló y Calvo c. p.).

¹⁹¹ En sociedades domésticas como San Nicolás (Filipinas) cuando no llueve y hay poca humedad en el ambiente se pueden fabricar cientos de piezas, en cambio, en estaciones lluviosas la producción decae a pesar de que se pueden seguir produciendo piezas ocasionalmente (Longacre 1999).

Como señala O. Gosselain (2008: 69) para alfareros de Níger “*The activity is mainly practiced during the dry season...Potters explain that this time of the year is more appropriate, as there are no agricultural works, clay sources are accessible and the fuel for firing vessels is drier. Many clarify that they may also work at other times, albeit on a purely casual basis.*”

En este sentido, debemos considerar que factores medio-ambientales, pero también sociales, influyen en el momento en que se desarrolla la producción de modo que ésta puede intensificarse en determinadas épocas del año. La superación de factores climáticos está condicionada por el control de la humedad y la temperatura, aspecto que se consigue por medio de los procesos de secado y cocción de la cerámica (García Rosselló 2008: 68). La textura gruesa que proporciona el uso de desgrasantes, además de ser ideal para cerámica a mano y cocciones abiertas, asegura también el secado adecuado de las piezas, incluso en estaciones o lugares donde la humedad relativa es alta. Ello permite que la producción se pueda desarrollar durante todo el año. A pesar de ello, hay factores como el frío o la congelación que repercuten negativamente en el desarrollo de la producción limitándola, pero éstos no tienen por qué imposibilitar la fabricación de cerámica *ipso facto* (Krause 1984; Gibson y Woods 1990: 45, 53; Djordjevic 2003).

Si bien la cerámica puede producirse durante todo el año, existen periodos donde se intensifica la producción. Esta dualidad en el tempo de la producción de cerámica tiene, en algunas sociedades etnográficas, un sentido temporal donde las actividades ligadas a la fabricación de las vasijas simbolizan también distintos periodos en el tiempo y ciclos de vida¹⁹². En muchas sociedades, la cerámica se produce prioritariamente en determinadas épocas del año, que pueden estar cargadas de simbolismos siendo, al mismo tiempo, las más propicias para un secado y una cocción adecuada de las piezas. En estos casos, una vez producidas, las vasijas pueden almacenarse hasta que su uso se hace necesario¹⁹³.

¹⁹² Por ejemplo en la tribu *Binde* de Ghana (J. García c. p) o en la sociedad *Dowayo* (Camerún), la producción de cerámica está estrechamente relacionada con el ciclo de la vida, nacimiento, edad adulta y muerte, y un ciclo anual donde se organizan temporalmente los eventos importantes, como funerales, ritos de paso, circuncisión de individuos, etc. (Barley 1994: 88-89). También en la zona de Negros (Filipinas), el momento de mayor apogeo de la producción cerámica coincide con la celebración de festivales que implican a toda la comunidad y en los que se requiere y exhiben los artefactos cerámicos (Van der Leeuw 1984).

¹⁹³ Existen ejemplos etnográficos, como los *Newari* de Nepal, donde se fabrican una amplia gama de vasijas que se almacenan hasta que se hace necesario su uso (Arnold 1985: 142).

A menudo, la fabricación de cerámica sucede en verano, coincidiendo con la recogida de la cosecha y la estación seca, época más idónea para la fabricación de cerámicas. Como ya se comentó, puede existir cierta simbiosis entre la actividad alfarera y otro tipo de actividades. La recogida de la cosecha genera una gran cantidad de desechos orgánicos, una vez realizada la trilla, el sobrante puede ser utilizado para desgrasar las pastas o utilizarse como combustible. El uso de estas materias orgánicas, muy corrientes en el registro analizado, puede ser más común cuando la fabricación de la cerámica resulta una actividad estacional, pudiendo coincidir con el final de la cosecha. Del mismo modo, la presencia de semillas en la pasta se ha relacionado con una producción estacional que puede coincidir con el final del verano, tras la recogida de la siembra (Gibson y Woods 1990: 45; Calvo *et al.* 2004: 124). Sin embargo, en nuestro caso, hay que ser conscientes que la presencia aislada de una semilla en la pasta de sólo una muestra (TSF-240) no constituye una evidencia sólida para abordar con seguridad, por el momento, esta cuestión.

Finalmente, resulta interesante señalar que muchos alfareros se dedican sólo a la fabricación de cerámica a tiempo parcial, ya que dedican parte de su tiempo a otras actividades, como la agricultura, la ganadería, la caza o la recolección. De este modo, tiempo y espacio no pueden desvincularse, estos individuos desarrollan distintos tipos de actividades en el tiempo que pueden producirse en distintos espacios del territorio. Esta interrelación favorece que los individuos posean un conocimiento muy amplio de los diversos recursos bióticos y abióticos¹⁹⁴ de los que disponen para formalizar la producción, desde tierras y arcillas hasta combustibles. Por otro lado, éstos estarán también bien conectados con las necesidades a las que deben responder las vasijas y de sus usos potenciales, estableciendo una clara división entre ellas en función de sus características (Varela 1990; Cooper 2000: 200; Livingstone-Smith 2000; Gallegos y Armijo 2008; Gosselain 2008). Como señala Gosselain (2008) la extracción de arcilla entre alfareros de Camerún y Níger se sitúa cerca de las zonas de cultivo “...it is a clear indication that clay selection strategies are embedded in a web of other practices”.

¹⁹⁴ Por ejemplo, en Camerún la arcilla se recoge en localizaciones que también se frecuentan para otros propósitos como el cultivo o como zonas de hábitat (Gosselain *et al.* 1996; Gosselain 2008). Por otro lado, la utilización de determinados combustibles en los Andes peruanos y bolivianos para la cocción cerámica puede estar relacionada con la disponibilidad de especies animales y vegetales domesticadas (Sillar 2000).

23.2. Áreas de trabajo.

Es conocida la práctica ausencia de zonas de trabajo ligadas a la producción alfarera en Mallorca donde, como se ha señalado, tan solo se han podido documentar algunas estructuras de combustión asociadas a cerámicas. En otros casos (Risch y Gómez Gras 2003; Castro *et al.* 2003; Palomar 2005) se ha propuesto que esta actividad se habría desarrollado en las estructuras domésticas que habrían constituido áreas de trabajo como consecuencia del hallazgo de materias primas y herramientas vinculadas con la producción de cerámica.

La escasa existencia de indicios de áreas ligadas a la actividad alfarera podría ir relacionada con la gestión que se hace de los espacios para llevar a cabo la producción. Existen casos etnográficos como la etnia *Bantu* (Sudáfrica) donde los alfareros no tienen un lugar fijo en el que desarrollar la producción, ésta puede desarrollarse en distintos lugares, tanto en las viviendas como en áreas exteriores o en patios, dependiendo de factores como el clima. El único requisito observado es que el lugar donde se fabrica los artefactos no debe estar expuesto al viento o al sol. De esta manera, todos los útiles y materiales necesarios para la producción, como herramientas, arcilla o agua, pueden transportarse fácilmente, por regla general, en el interior de las mismas vasijas (Krause 1984).

Por otro lado, las diferentes fases de la cadena operativa, en las que se realiza la fabricación de la cerámica, pueden estar relacionadas con la utilización de diversos espacios que pueden ser de tipo privado/restringido o comunal/público. Estos espacios se estructuran socialmente en términos comunales o por filiación. En otros casos, la práctica totalidad del proceso de fabricación de productos cerámicos: preparación de las pastas, modelado y secado de las piezas, aplicación de tratamientos de superficie, etc. suele hacerse cerca de aquellas áreas donde las vasijas se cuecen. El desarrollo de toda la cadena de producción en un mismo espacio puede explicar, por ejemplo, la presencia ocasional de carbones y otros componentes en algunas pastas cerámicas (Neupert 2000; Riederer 2004). En nuestro caso, se ha podido identificar fragmentos de carbón en varias piezas (CLG-205, TSB-6/87).

23.3. Aspectos de género.

Finalmente, además de identificar espacios de producción resulta interesante tratar de identificar también a aquellos individuos que, potencialmente, pudieron utilizarlos y que pudieron desarrollar la fabricación de cerámica. Resulta sugerente, a tal efecto, señalar algunas patologías que pueden experimentar los alfareros derivadas del uso de los materiales y las técnicas a los que se ha hecho referencia en las diversas fases de la cadena operativa. Por un lado, la utilización de alúmino-silicatos provoca, por inhalación de partículas arcillosas tóxicas que al ser de tamaño pequeño se respiran y se depositan en los pulmones, patologías como la silicosis y la aluminosis. Por otro lado, debemos considerar otras patologías o afecciones que implican al sistema óseo y muscular, que afectan a la motilidad y son consecuencia de posturas de trabajo típicas de posiciones forzadas, siendo las más comunes, las hernias discales, la artritis reumatoide, la tendinitis y la escoliosis (Morales 2005: 325-331).

Mediante estudios antropológicos y contextuales se puede tratar de identificar a los alfareros dentro la sociedad y de este modo abordar aspectos como el género de los individuos que participaron en la fabricación de los artefactos. Como ha señalado R. Wright (1991), las cuestiones de género en la producción cerámica constituyen un problema muy complejo¹⁹⁵ y de difícil aproximación e identificación en el registro arqueológico por lo que no se pueden realizar interpretaciones y generalizaciones a la ligera. En nuestro caso, consideramos la necesidad de conocer, a través de la etnografía, las distintas posibilidades de análisis con la finalidad de ampliar el marco interpretativo concerniente a este tipo de cuestiones.

Los estudios etnográficos sobre alfarería tradicional han señalado la importancia de las cuestiones de género en la producción, aspecto que puede adquirir incluso significaciones cosmogónicas donde *“El tabú respecto a que debía ser mujer quien buscara e incluso manipulara el barro, se relaciona directamente con la concepción que existe sobre el nexo mujer-Luna. La comunidad yokot’an considera que las mujeres pertenecen a la Luna y los hombres al Sol, idea que la población aplica desde tiempo inmemorial. Siendo la mujer familiar de la luna y la tierra, es ella quien debe modelar*

¹⁹⁵ Por ejemplo, en algunas zonas España, la fabricación a mano de tinajas tradicionales para vino la realizan tan sólo hombres y sólo pueden participar en ésta aquellas mujeres que no han contraído matrimonio (Djordjevic 2003).

en luna llena las vasijas...el barro debe extraerse en un momento preciso de las fases lunares...” (Gallegos y Armijo 2008: 369-370).

Sin embargo, tradicionalmente y de un modo simplista y actualista se ha tendido a relacionar, la producción de metales y cerámica a torno con el género masculino y la de cerámica a mano con el femenino. Sin embargo, como indica J. Sofaer (2006: 139) “...*identifying metal as a male signifier in this particular context does not necessarily imply that all metal was made by men, or conversely that pottery was made by women...while aspects of craft production activities may have been highly gendered, they also involved negotiation and co-operation between gender groups*”. En definitiva, si bien las producciones pueden recaer principalmente en uno u otro sexo, se documentan interacciones complejas entre productores de ambos sexos (Dobres y Hoffman 1994).

Personas de distinto género, en el caso de la cerámica, pueden intervenir activamente en algunas de las fases productivas, como el abastecimiento de arcilla, los acabados en el modelado o la decoración (Barley 1994:61; Cruz 1996; Gallegos y Armijo 2008; García Rosselló 2008: 140; Druc 2009). Por ejemplo, en Yucatán (Varela 1990) o Pereruela se documenta como son los hombres los que se encargan de controlar el proceso de cocción, colocar las piezas y vigilar la hornada. En cambio, las mujeres realizan el resto de las tareas de la producción, incluyendo el aprovisionamiento de combustible. Estas actividades, diferenciadas sexualmente pero ejecutadas con un fin común, favorecen cierta interacción entre sexos a la vez que colaboran en el establecimiento de un orden social. Por este motivo, el modo y el momento en el que se deben establecer estas interacciones pueden estar estrechamente regulados (Rice 1987: 124). Finalmente, en otros casos, puede no haber una división explícita respecto a la adscripción sexual de las tareas que engloba la producción cerámica. En sociedades alfareras como San Nicolás (Filipinas) o Pereruela (España), personas de ambos sexos participan, en estrecha relación familiar, aunque sea de forma diferencial, en diversas fases del proceso como la cocción, la carga del horno, la recogida de combustible, la extracción de la arcilla y la recolección del desgrasante (Longrace 1999; Buxeda *et al.* 2003).

El estudio de la tecnología cerámica puede utilizarse también para tratar de identificar si las piezas han sido producidas por un hombre o una mujer. En muchos casos, cada sexo desarrolla una tecnología y unos procesos de fabricación, distribución y uso diferenciados.

Este aspecto puede ir, además, ligado al uso de determinados espacios que se presentan sexualmente definidos, por ejemplo, en el Magreb la importancia de la mujer en el control de la actividad alfarera está directamente relacionada con la distancia con los contextos domésticos. Cuanto más cerca está el lugar de producción del contexto doméstico más control tiene el género femenino sobre el proceso de fabricación (Colomer Solsona 2005).

En otros casos, como en los Balcanes, cada sexo produce los artefactos que va a utilizar (Djordjevic 2003) mientras, en otras situaciones, cada sexo utiliza distintos mecanismos para distribuir las cerámicas que fabrica (Arthur 2003). Estas pautas son potencialmente registrables mediante análisis de la distribución de los artefactos en combinación con estudios contextuales y arqueométricos, macroscópicos, tipológicos, etc. y deben tenerse en cuenta también en las interpretaciones que se hacen, dentro de esta disciplina, de la variabilidad que se observa en el registro cerámico analizado. Resulta, por tanto, muy importante conectar la información arqueométrica obtenida de los artefactos con la información disponible de los contextos en las que éstas se localizan, ello permite establecer relaciones que comprendan la tecnología de las piezas y sus contextos de uso, ya sean espacios domésticos, rituales, funerarios, etc.

Algunos autores (Rice 1984b), señalan también que pueden producirse diferencias en los recursos empleados en función del género y la edad de los individuos. Sin embargo, la diferencia tecnológica más generalizada, constatada por la bibliografía cerámica relacionada con aspectos de género, se relaciona con el modelado y consiste en la utilización del modelado a torno o a mano en la producción cerámica y su relación con la escala de la producción. Mientras las mujeres suelen fabricar las piezas modelando a mano, en un sistema típico de producciones domésticas, los hombres suelen realizar producciones a torno típicas de producciones a mayor escala. Esta división básica no es estrictamente rígida sino que responde más a estereotipos o modelos procesualistas que omiten en sus interpretaciones la estrecha interrelación entre individuos con distinto género que se produce en la producción. En contra de prejuicios occidentales, estudios etnográficos desarrollados en África, España, Pakistán, México, India, Perú, etc., documentan interacciones importantes entre productores de los dos sexos. Ambos sexos pueden intervenir en algunas de las fases productivas del opuesto, como acabados de modelado, decoración, cocción y distribución de la cerámica (Wright 1991: 197-198; Barley 1994:61).

24. MATERIAS PRIMAS, TÉCNICAS Y SECUENCIAS OPERATIVAS EN LA PRODUCCIÓN CERÁMICA: FÁBRICAS.

Introducción.

Las fábricas cerámicas se relacionan con el tipo de producto obtenido tras la consecución de todas las acciones de la cadena operativa. Arqueológicamente, se definen por la composición final de la pasta tras el proceso de cocción por lo que debemos establecer las fábricas cerámicas mediante diversas variables relacionadas con la composición química, petrológica, mineralógica y textural de las vasijas. La diferencia entre Pasta y Fábrica se basa en que la primera no está cocida mientras que la segunda sí, la cocción determina, en parte, el resultado final obtenido a nivel composicional. En este sentido, una misma unidad productiva puede desarrollar varias fábricas y distintas unidades o centros productores pueden desarrollar una misma fábrica (Buxeda *et al.* 1995; Tsantini 2007; García Rosselló 2008: 250).

El grado de homogeneidad composicional de las fábricas está determinado por los pasos seguidos en la cadena operativa:

- 1) Los tipos de arcillas que han seleccionado los artesanos.
- 2) Si éstos la han depurado o han añadido desgrasantes.
- 3) Cómo la han hidratado, amasado y modelado (p. e. si han eliminado los huecos de aire y se han orientado los desgrasantes).
- 4) El proceso seguido para secar la pieza.
- 5) Los tratamientos de superficie aplicados.
- 6) La estrategia de cocción empleada en términos de temperatura, atmósfera y duración.

Todas las acciones introducidas en estos procesos alteran a las arcillas, y si se realizan de forma diferencial, pueden dar lugar a distintas pastas y/o fábricas (Cuadro 51). Estas acciones determinan, entonces, los rasgos del producto final de las distintas fábricas, en lo que se refiere a su composición, textura, porosidad y consistencia¹⁹⁶, dureza, peso, durabilidad, compacidad, coloración, aspecto de la superficie, forma, homogeneidad, simetría de la forma, etc. afectando a las cualidades del material en su conjunto. El producto final estará, por tanto, altamente determinado por los materiales y las técnicas utilizadas en su producción. Estos factores, altamente relacionados con las conductas de los individuos, determinan, a su vez, las cualidades físicas de los productos, como la resistencia térmica o mecánica, así como la forma en la que van a percibirse y visualizarse los artefactos (Capel *et al.* 1982; Darvill y Timby 1982; Cuomo Di Caprio 1984: 161; Whitebread 1989: 127; MacGregor 1999; Prieto 1999; Dietler y Herbich 1998; Prieto 2006).

Así pues, una determinada composición química, textural, petrológica y mineralógica va a constituir una fábrica a nivel composicional. En definitiva, para establecer una fábrica es necesario abordar tanto el estudio de la matriz como de las inclusiones y/o desgrasantes que componen el cuerpo cerámico. Cuando una serie de piezas comparten una serie de rasgos tecnológicos comunes, ligados a la utilización de materiales y técnicas similares en toda la cadena operativa, puede establecerse un grupo de piezas con unas características físico-químicas determinadas, es decir una *Fábrica*. Como veremos posteriormente, la interpretación de la tecnología cerámica en términos culturales y sociales a través del análisis de las vasijas se basa en el establecimiento de algunos rasgos tecnológicos distintivos en el conjunto de los artefactos relacionados con determinadas elecciones tecnológicas. Las elecciones, por parte de los alfareros, de determinados materiales y técnicas en la confección de un determinado producto cerámico son un reflejo de la tradición cultural. En este sentido, resulta vital conocer qué materiales y técnicas se han escogido en el proceso de fabricación de las vasijas para poder establecer fábricas (Williams 1982; Riley 1982; Spataro 2002: 36-37) y realizar interpretaciones que vayan más allá de las propias técnicas utilizadas en la producción. En este sentido, el análisis del producto final resulta esencial puesto que éste constituye el objeto de los materiales y las técnicas utilizadas en su producción pero la vez que representa también un bien que va a resultar útil a la sociedad.

¹⁹⁶ El grado de porosidad se relaciona indirectamente con el grado de consistencia de una pieza, ésta dependerá del número de poros y del tamaño de los mismos (Cuomo Di Caprio 1984: 188).

Por otro lado, el establecimiento de fábricas constituye un mecanismo para conocer, de modo relativo, el tiempo destinado a la producción de las piezas, el esfuerzo invertido y su coste en función de la durabilidad del producto. El tiempo destinado a la preparación de la pasta puede variar dependiendo de la distancia a la arcilla de origen, los medios utilizados para transportarla, del grado de depuración de la arcilla así como del tiempo destinado a buscar y preparar la materia prima que se utilice para desgrasar, tanto si es otra arcilla como si se utiliza materia orgánica o calcita machacada¹⁹⁷. Analizar formalmente el esfuerzo destinado en la preparación de las pastas cerámicas y del producto final en sí, puede constituir una herramienta para abordar qué otros imperativos, distintos al concepto de eficiencia técnica, están ligados a la selección y manipulación de determinadas materias primas en vistas a crear determinados tipos de productos (Martineau *et al.* 2007).

Para englobar todas las cerámicas en distintas Fábricas se han utilizado una serie de elementos diagnósticos que combinan parámetros químicos, petrológicos, estructurales, mineralógicos y texturales. Posteriormente, estos mismos parámetros se utilizarán de forma conjunta para cruzar las agrupaciones obtenidas de los distintos análisis con los datos arqueológicos. El tratamiento conjunto de estos parámetros, muchos de ellos de carácter cuantitativo, proporciona, por un lado, agrupaciones más completas y, por otro, permite entender el vínculo que hay entre datos de diferente naturaleza (Baxter *et al.* 2008). Los parámetros empleados para definir las distintas fábricas han sido siete y pueden sintetizarse en:

- Presencia/ausencia de materia orgánica añadida.
- % Fe₂O₃.
- % de CaO.
- % de calcita.
- % de cuarzo.
- Minerales, rocas u otros componentes presentes en la pasta.
- Temperatura de cocción.

¹⁹⁷ Por ejemplo, el tiempo empleado en preparar la pasta para modelar una pieza puede diferir si se usa materia orgánica, que puede prepararse en menos de 30 minutos (Skibo *et al.* 1987), o calcita machacada que puede llegar a requerir de 90 minutos (Martineau *et al.* 2007).

Mediante estas variables diagnósticas se han establecido varios grupos genéricos asociados a cuerpos cerámicos con distintas características y cualidades (Cuadro 66), así como vinculados a la utilización de distintas materias primas, arcillas y desgrasantes, y temperaturas de cocción. Un nivel de separación de las distintas fábricas lo constituye las diversas materias primas utilizadas en la producción: ferruginosas¹⁹⁸, silíceas, calcáreas, graníticas, calizas margosas, etc. Las materias primas graníticas se han distinguido por sus rasgos petrológicos y las calizas margosas en base a una escasa cantidad de filosilicatos y altas concentraciones de calcita o CaO. Para el resto de materias primas se ha distinguido en base a unos criterios concretos:

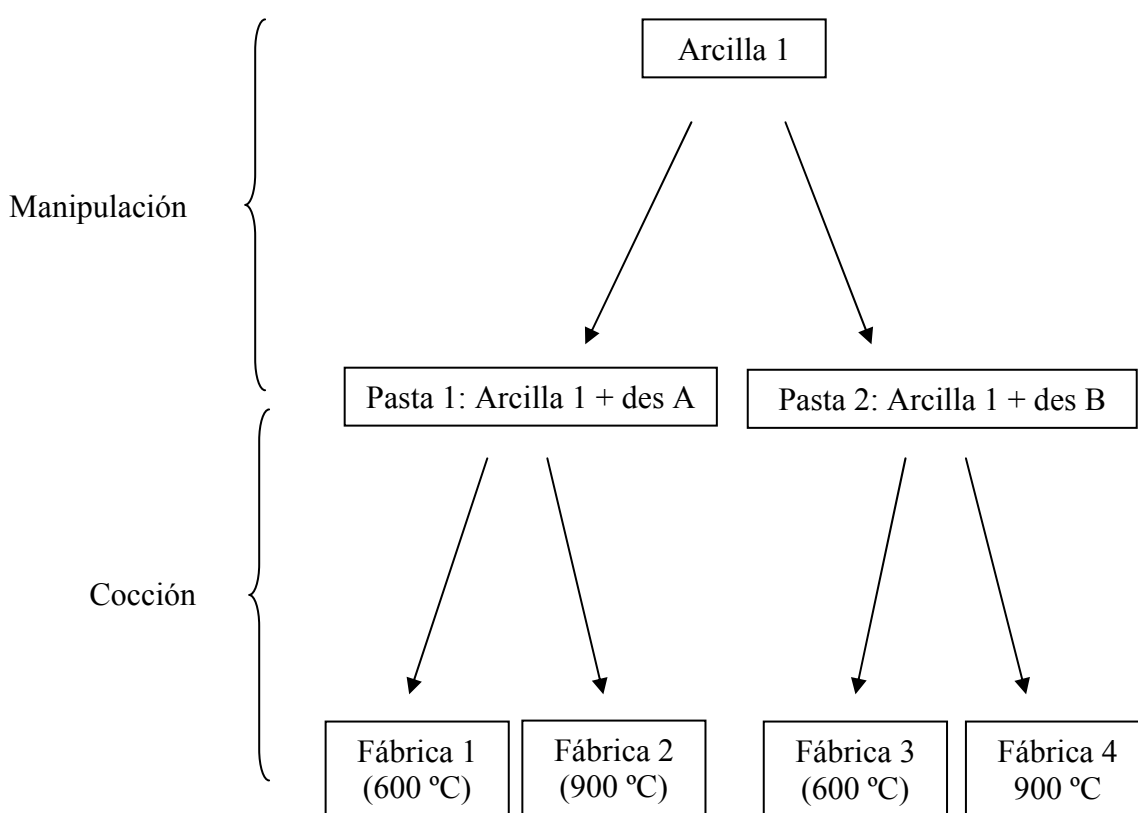
- Niveles de Fe₂O₃: más altos en las pastas ferruginosas (>8-16%) que en las calcáreas (3-6%).
- Cantidad de CaO: más bajas en las arcillas ferruginosas, siempre que éstas no presenten carbonatos añadidos, y silíceas (<5) que en las margas calcáreas (>15%).
- Cantidad de calcita: más bajas en las arcillas ferruginosas, siempre que no presentes calcita o calizas añadidas. y silíceas (<5) que en las margas calcáreas.
- Cantidad de cuarzo: más alta en las arcillas silíceas (>20%) que en las arcillas ferruginosas y las margas calcáreas (<15%). Este aspecto se correlaciona con las concentraciones de SiO₂.
- Presencia de microfósiles calcáreos en pastas calcáreas asociadas a arcillas de entornos salinos.
- Según agrupación en el análisis clúster realizado con los datos químicos.

Otro nivel de agrupación comprende los diferentes desgrasantes, individualmente o combinados, utilizados para la preparación de la pasta: calcita cristalina, materia orgánica, chamota, calcarenitas, rocas calcáreas, arenas, etc.

¹⁹⁸ Clasificaciones del material cerámico en función del contenido en hierro se han revelado eficientes, a partir de test de re-cocción realizados a 1050 °C, para dividir el registro cerámico de la Edad del Bronce de varios yacimientos de Mesopotamia. Estos experimentos junto con el examen óptico permiten establecer grupos en función del contenido de hierro de la arcilla, distinguiendo entre pastas ferruginosas y otras más pobres en hierro (Van As 1984).

Finalmente, se distingue en función de la mineralogía y la estructura de las piezas aquellas fábricas características que presentan piezas con una temperatura de cocción más elevada. Todas estas soluciones técnicas pueden dar lugar a múltiples combinaciones o fábricas con características composicionales que, en definitiva, se han podido discriminar utilizando los elementos diagnósticos utilizados.

Cuadro 51. Esquema conceptual del procedimiento llevado a cabo para la formación de fábricas sucesivas a partir de distintas materias primas, desgrasantes y temperaturas de cocción.



Hay que señalar que, en este tipo de categorizaciones, no nos interesa utilizar los Grupos de Referencia Composicional establecidos previamente ya que éstos informan básicamente de materias primas con diferente origen. En este estadio resulta más interesante englobar piezas manufacturadas utilizando materias primas de características y cualidades parecidas y siguiendo esquemas conceptuales semejantes. En este sentido, la finalidad de establecer fábricas consiste en que éstas resulten también comparables con otras categorizaciones asociadas a vasijas procedentes de otras partes de la isla.

Vasijas de otras zonas de la isla pueden haber sido realizadas, con toda probabilidad, con arcillas de distinto origen pero, sin embargo, utilizando también patrones de conducta similares. En las producciones constatadas, donde las materias primas que se utilizan tienen un claro carácter localista, resulta más acertado utilizar este tipo de premisas en las que se hace referencia a la utilización de materias primas de determinadas características y modos de fabricación de la cerámica en términos más generales.

24.1. Establecimiento de Fábricas.

A partir de estas variables diagnósticas se han podido agrupar 145 cerámicas, así como las diferentes muestras arcillosas no cerámicas analizadas, en un total de 16 fábricas generales (Fig. 319 y Cuadro 65). Este procedimiento ha permitido constatar (Tablas 19-22) que un 80.6% del registro cerámico analizado se asocia a tres grandes fábricas (Fabrica 1, 2 y 3), mientras el resto representan fábricas con pocos casos ($n \leq 6$) o incluso piezas aisladas. A continuación se procede a realizar un análisis en profundidad de las características que definen a cada una de las fábricas cerámicas estipuladas.

24.1.1. Fábrica 1: Margas calcáreas con calcita cristalina.

Esta fábrica sería asimilable a la Pasta A de Palomar (2009) y engloba 50 piezas (34.5%) se caracterizan, como se ha observado petrográficamente, por la utilización de arcillas calcáreas, muy plásticas y de grano muy fino que pueden presentar foraminíferos. Probablemente, estas arcillas, dada su textura, no se decantaron y, tras una limpieza superficial de gravas y humus, se habrían desgrasado directamente con calcita cristalina de fractura. Las materias primas proceden del entorno más cercano de los yacimientos, las arcillas no requieren apenas de preparación, pero el desgrasante se ha machacado hasta homogeneizarlo en un tamaño inferior a 1.5 mm, aunque pueden existir trozos aislados de mayor tamaño. Ello indica cierto esfuerzo con el objetivo de conseguir un tamaño de grano máximo relativamente regular. Se ha corroborado experimentalmente que esta acción de triturar calcita puede comportar hasta 90 minutos (Martineau *et al.* 2007).

La adición de cantidades variables de calcita cristalina en estas arcillas, ya calcáreas, determina los altos valores de CaO (25-53%) y de calcita observados en los análisis de DRX y FRX (Cuadro 52). La textura de las piezas, al no existir apenas materia vegetal (<4%), está determinada básicamente por la cantidad de calcita cristalina añadida que, en los 16 casos estudiados petrográficamente, suele ser muy alta (20-50%). Predominan, por tanto, texturas gruesas-medias (>0.8 mm) con abundante desgrasante mineral (Fig. 297) vinculadas Grupos Texturales A y D (63.4%). En menor grado, se constatan piezas con cantidades medias de desgrasante (10%) de tamaño medio/grueso (GT-B y GT-C3 = 31.7%). Sólo se constatan dos casos (SM-471, SM-663) con escaso (3%) desgrasante mineral (GT-C4).

Posteriormente, estas pastas se hidratan y mezclan. Los datos muestran una pasta que, por regla general, está muy bien homogeneizada, donde los desgrasantes se encuentran muy bien mezclados y ordenados por toda la matriz. De esta forma, se consigue una pasta apta para poder modelar una gama muy variada de piezas. Durante el modelado, la presión ejercida provoca que los abundantes desgrasantes se ordenen de forma paralela a las superficies de la cerámica y se genera, gracias a todas estas acciones, un tipo de piezas que presentan un escaso grado de macroporosidad y un alto grado de microporosidad configurando una pasta muy uniforme.

En lo que se refiere a la cocción, la ausencia de minerales de alta temperatura, aunque se detecten, en ocasiones, alteraciones térmicas en los romboedros de calcita, evidencia que la cocción se realizó a baja temperatura (<800 °C). Esta temperatura evita la descomposición de la calcita añadida y los efectos negativos del uso de arcillas calcáreas. Según la atmósfera de cocción de 40 de las piezas podemos establecer dos tendencias diferentes en las piezas de la Fábrica 1 que, como se ha comentado, presentan cierta correspondencia con aspectos cronológicos:

a) Sub-fábrica 1.1: atmósferas reductoras (Fig. 296a y 298).

El 68% de las muestras analizadas de esta fábrica, muy calcárea y poco orgánica, ha revelado secciones totalmente reducidas o con sólo los márgenes ligeramente oxidados. Como se ha visto este tipo de gama cromática se asocian a atmósferas reductoras y cocciones largas en estructuras cerradas que son utilizadas exclusivamente en el registro analizado del Bronce Medio y época Talayótica.

A diferencia de estos periodos, en piezas del Bronce Final y en el Postalayótico I, se observa cómo estas atmósferas están presentes pero también se observan piezas que se han cocido en una atmósfera claramente oxidante mostrando, *a priori*, una mayor variabilidad del registro analizado en lo que a las estrategias de cocción se refiere. En todo caso, durante el Postalayótico no encontramos piezas completamente reducidas y al menos los márgenes de las cerámicas se muestran siempre oxidados.

Fábricas de este tipo son muy comunes en todo el Mediterráneo (Palomar 2005; Clop 2007; Alberó 2008) y se han documentado tanto en el continente como en otros yacimientos de las Islas Baleares. En referencia a esta estrategia de cocción reductora, tenemos que remitirnos a las fábricas desgrasadas con calcita cristalina presentes en el área catalana. En cerámicas de Cataluña que poseen este desgrasante, se ha constatado que la amplia mayoría de las piezas (84%) están cocidas en atmósfera principalmente reductora (Clop 2007: 328). La misma tendencia se documenta en cerámicas con calcita de la Edad del Hierro en Guipúzkoa (Larrea *et al.* 1999) o en el yacimiento mallorquín de *Son Fornés* donde la cocción típica de cerámica con calcita cristalina es reductora (Gasull *et al.* 1984). También, se ha documentado en *Ses Paises*, concretamente asociada al Grupo 14 de Cau (2005).

Esta coincidente relación en múltiples localizaciones entre fábricas y condiciones de cocción podría estar indicando estrategias muy bien establecidas para este tipo de pastas en esta fase de la cadena operativa. Como se ha señalado previamente, hay varias vías para evitar la descomposición de la calcita y favorecer un producto final óptimo. Una de ellas consiste en utilizar bajas temperaturas de cocción que, en combinación con atmósferas reductoras, permite la consecución de una cerámica más dura, compacta y resistente. En todo caso, la utilización de estas pautas en los materiales y las técnicas habría colaborado en la obtención de un producto final relativamente similar en sus características y cualidades.

b) Sub-fábrica 1.2: atmósferas oxidantes (Fig. 296b y 299).

Dentro de las piezas de la Fábrica 1, 15 piezas (32%) han mostrado una cocción típica de estructuras abiertas y ambientes de tendencia oxidante. Este tipo de atmósfera de cocción predomina claramente en las piezas de época postalayótica analizadas asociadas a esta fábrica, lo que sugiere, por un lado, tal vez, un cambio de la estrategia de cocción en esta fase.

Por otro lado, la variabilidad observada en las atmósferas de cocción de esta fábrica así como la presencia de secciones oxidadas, también podría relacionarse con la dificultad técnica que representa la consecución de cocciones reductoras. Como se ha señalado, la realización de atmósferas reductoras es un proceso complejo que difícilmente se consigue en la totalidad de la pieza o de la hornada, especialmente en la fase de enfriamiento de las piezas (Dawson y Kent 1984). De este modo, no es de extrañar que se documenten cocciones oxidantes en piezas asociadas a este tipo de fábricas en el yacimiento mallorquín de *Son Ferragut* y en el horno menorquín de *Sa Talaia de Torrepetxina* (Gómez Gras y Risch 2003; Castro *et al.* 2003; Andreu *et al.* 2007). Los fenómenos de oxidación y reducción de la pasta son muy complejos y participan múltiples variables como la colocación de la pieza en la estructura, el grosor de las paredes, el tamaño de la pieza, etc. De este modo, para seguir profundizando en este tema deberán contemplarse todas estas variables en futuros estudios sobre las estrategias de cocción empleadas para cocer vasijas con los rasgos de la Fábrica 1.

En definitiva, la acción de añadir calcita cristalina en grandes cantidades, aspecto que define a esta Fábrica y en menor medida las técnicas de cocción empleadas, condiciona y limita el proceso de fabricación de la cerámica pero, al mismo tiempo, determina el producto final obtenido. La adición de calcita reduce la plasticidad de estas arcillas muy finas y favorece la creación de una cerámica más pesada¹⁹⁹, robusta, estable y con una textura muy micro-porosa. Estas características dotan a la pasta de gran consistencia para el modelado que puede desarrollarse sin problemas. También favorece la migración de partículas de agua al exterior durante el secado de las piezas y, especialmente, durante la cocción de estas vasijas modeladas con arcillas muy absorbentes y plásticas²⁰⁰. Las características de las pastas junto con la estrategia de cocción utilizada, caracterizada por las bajas temperaturas, proporcionan un producto con baja porosidad abierta, compacto y resistente mecánica y físicamente.

¹⁹⁹ En los experimentos ATD-TGV se produjo una pérdida de peso más importante en la pieza desgrasada con calcita. Tras el proceso de calentamiento a 1000 °C, la muestra desgrasada con calcita mostró una reducción de peso un 5% mayor al del resto de piezas. Ello indica que la introducción de este mineral a la pasta aumenta el peso de la vasija si éste no se descompone durante la cocción (Albero 2010).

²⁰⁰ Ya se ha señalado, en el apartado experimental con las arcillas locales, los problemas que entraña la cocción de arcillas de este tipo y la aparición de desconchados durante esta fase. También se ha indicado la capacidad que posee la calcita cristalina en pastas finas para favorecer una estructura microporosa (Albero 2010).

La presencia de calcita cristalina favorece además, al ser muy angulosa y al estar orientada perpendicularmente a la superficie, una mayor cohesión entre la matriz y los granos de este desgrasante. Esta ordenación evita la propagación de fracturas durante la cocción ocasionadas por el shock térmico derivado de una expansión térmica diferencial entre la arcilla y la calcita. El aspecto final de la pieza está especialmente determinado por el tipo de atmósfera en la que se han cocido las pizas. En este sentido, hay que señalar que, la alta cantidad de CaO de estas pastas, determina la obtención de un producto que, visualmente, cuando se muestra reducido, presenta colores grises o tonos negros claros. Mientras, la gama cromática, allí donde la pieza está oxidada, se muestra con una mayor tendencia a presentar colores crema poco intensos.

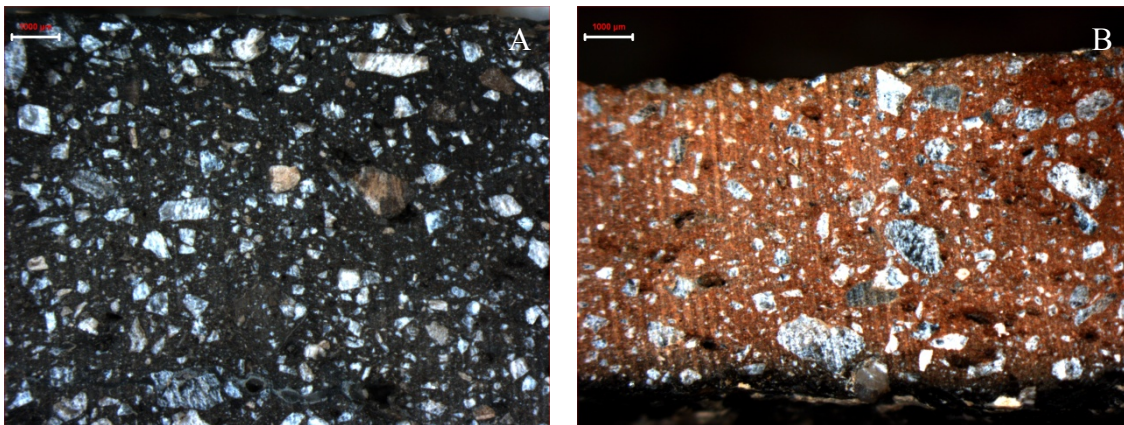


Figura 296. Microfotografías con binocular A) Pieza SM-484, representativa de los rasgos de la Sub-fábrica 1.1 y B) Pieza SM-468 asociada a la Sub-fábrica 1.2.

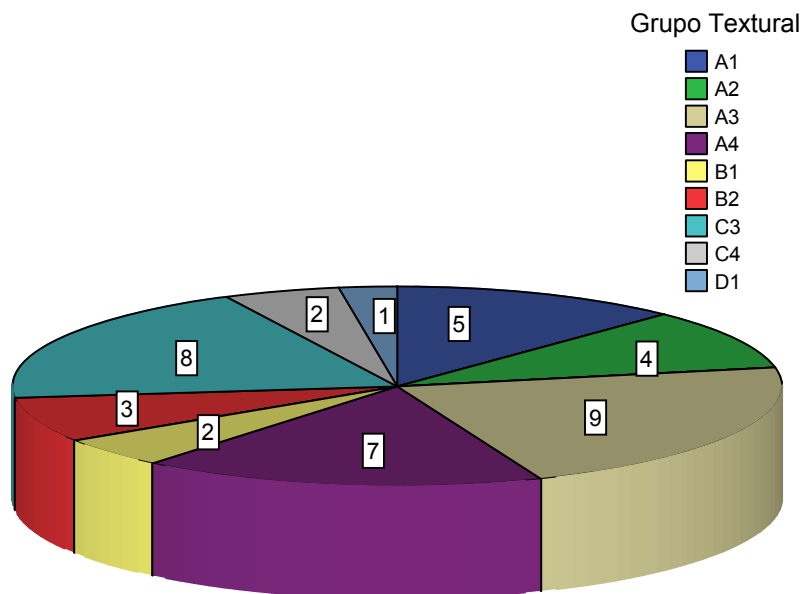


Figura 297. Número de piezas de la Fábrica 1 adscritas a cada uno de los Grupos Texturales.

Cuadro 52. Resúmenes estadísticos de distintas variables para la Fábrica 1.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Vegetal	47	,0	3,7	1,040	1,3396
% Mineral	42	2,9	28,0	14,591	6,1563
% Desgrasante	41	2,9	28,0	15,888	6,0497
% CaO	47	25,20	53,65	38,9177	5,99543
% Fe ₂ O ₃	46	3,30	7,69	4,9307	1,07049
% Calcita DRX	40	49,7	95,1	76,993	11,0297
% Calcita cristalina	16	20	50	33,13	7,274
% Cuarzo DRX	40	,3	11,9	4,725	2,7981



Figura 298. Fotografía con varias piezas cerámicas asociadas a la Fábrica 1.1.
(TSF-1082, TSF-TSF-1122, TSF-1090) (Foto: J. García Rosselló).



Figura 299. Fotografía de una pieza cerámica asociada a la Fábrica 1.2. (SM-103)

(Foto: J. García Rosselló).

24.1.2. Fábrica 2: Arcillas ferruginosas con calcita y materia vegetal.

Esta es la primera vez que se documenta esta fábrica en cerámicas prehistóricas de las Islas Baleares. La alta cantidad de hierro y la ausencia de una matriz calcárea con bajos niveles de CaO sugiere la utilización de suelos ricos en hierro, tal vez *terra rossa*, para la confección de estas 29 cerámicas que suponen un 20% del registro que ha podido ser asociado a fábricas. A pesar que las arcillas suelen ser relativamente finas y plásticas, se presentan más heterogéneas, con más grumos y sucias que las anteriores. Probablemente, no habrían requerido de un proceso de decantación pero sí habría sido recomendable realizar una limpieza superficial y un machacado de las mismas más intenso. Sin embargo, estas acciones se realizan pobremente de modo que se trata de pastas muy mal depuradas a las que simplemente se añade materia orgánica y cantidades simbólicas de calcita cristalina. Las pastas están muy mal homogeneizadas, las arcillas mal preparadas y los desgrasantes pobremente ordenados en la matriz. Ello provoca la presencia de zonas diferenciadas en la pared de las piezas donde existe un desequilibrio entre las concentraciones de materia orgánica y de desgrasante mineral (Fig. 300).

Las cantidades de materia orgánica que se añaden son extremadamente variables (Cuadro 53), aunque hay cierta tendencia a añadir porcentajes medios, en torno al 8-10%. No existe ningún tipo de correlación entre la cantidad de desgrasante mineral y vegetal añadida. La cantidad de calcita cristalina que se añade es muy baja (<15%) y, a menudo, se observan sólo algunos pocos cristales aislados de pequeño tamaño mal distribuidos e en la pasta, junto con algunas calizas que, presumiblemente, se habrían machacado e introducido también durante este proceso de adición de calcita. La presencia de abundantes granos de caliza en estas pastas podría indicar que la roca de calcita de fractura seleccionada contenía abundantes impurezas de caliza, al contrario de la Fábrica 1 donde se usan vetas de calcita de fractura muy puras, sin apenas otros componentes. En este sentido, se documenta un menor esfuerzo a la hora de seleccionar una roca como desgrasante con un claro aspecto cristalino.

Por un lado, la adición de distintas cantidades de este desgrasante mineral explica la presencia de niveles variables, aunque bajos, de CaO y calcita, que contrastan enormemente con los observados en la Fábrica 1. La adición de este desgrasante explica por otro lado, también, los niveles de CaO y calcita observados, demasiado altos en el caso de haberse utilizado arcillas poco calcáreas. En este sentido, se pueden distinguir diversas sub-fábricas:

a) Sub-fábrica 2.1: Se refiere a 12 piezas con una escasa cantidad (<5%) de desgrasante mineral introducido en la pasta, la textura observada en este tipo de vasijas se caracteriza por ser muy fina. Las piezas se asocian, excepto TSB-9/84 (GT-C3), al Grupo Textural C2 y C4 puesto que poseen escasos anti-plásticos de origen mineral. En cambio, las pastas se caracterizan por tener cantidades más altas de desgrasante orgánico (5-15%) que de mineral. El porcentaje de CaO es en estas piezas moderado (5-25%).

b) Sub-fábrica 2.2: Son ocho piezas donde predominan cantidades medias (5-10%) de desgrasante mineral de tamaño medio (800 μm). Las piezas se vinculan básicamente con el Grupo Textural C3, y en menor medida a GT-B1, se caracterizan por tener cantidades medias bajas de materia vegetal (<9%). El contenido de CaO también resulta moderado (9-25%) aunque muestra medias más altas que el subgrupo anterior.

c) Sub-fábrica 2.3: Finalmente, se estable un subgrupo de sólo cuatro muestras donde las piezas presentan cantidades de desgrasante mineral entre 10-16.7%, siendo éste de tamaño medio/grueso ($>800 \mu\text{m}$), y asociándose a unas texturas tipo GT-B1 y en menor medida a GT-B1 y GT-A1. Estas muestras presentan un evidente incremento (18-27%) de las concentraciones de CaO respecto a los subgrupos anteriores. En esta fábrica puede sugerirse la adición de material carbonatado, como calcita cristalina, a la pasta. La cantidad de materia orgánica se evidencia muy variable (3-11%), aunque suele ser inferior a 5.5%.

La ausencia de fases de alta temperatura, el buen estado de conservación de los carbonatos y la presencia de materia orgánica grafitizada indica que la temperatura de cocción fue baja y el tiempo de exposición poco prolongado. Probablemente, no se superaron los 700 °C y muchas de las piezas pudieron cocerse por debajo de los 600 °C. De este modo, la presencia de altas cantidades de hierro y de filosilicatos poco cristalizados pudo favorecer una mínima sinterización de la pasta a temperaturas bajas (Shoval *et al.* 2006). La gama cromática que ha podido observarse en 22 de las piezas, se caracteriza, al igual que en la Fábrica 1, por asociarse a cerámicas ennegrecidas en su sección o con márgenes oxidados finos (77.3%), siendo las cocciones oxidantes poco abundantes (18.2%). Si bien, ya se ha explicado que estos rasgos responden, en estas pastas vegetales, a una dinámica distinta a la registrada en la Fábrica 1.

En este caso, se realizan cocciones oxidantes pero la presencia de materia orgánica abundante determina una cocción reductora en el núcleo de la pieza. Sólo cuando la materia orgánica ha finalizado su combustión podrán desarrollarse ambientes oxidantes, lo que denota que, además de cocerse a bajas temperaturas, las piezas se cocieron rápidamente. Finalmente, señalar que la presencia de óxidos de hierro en combinación con óxidos de titanio, muy abundantes en esta fábrica, genera unas superficies con una coloración de tonos rojo (Fig. 302), rojo-anaranjado, ocre o pardos intensos que tienen un efecto visual diferencial en estas cerámicas (Cuomo Di Caprio 1984: 45; Morales 2005: 90-92, 190). Esta coloración contrasta, como se ha visto, con la observada en las otras fábricas menos ferruginosas y más calcáreas que se caracteriza por presentar tonos suaves y más cremosos.

Este tipo de pastas, normalmente poco gruesas y muy orgánicas, son poco consistentes y proporcionan un material excesivamente plástico y muy absorbente que puede comprometer el modelado de la pieza. Probablemente, la adición de materia orgánica habría favorecido el modelado de las piezas pero no habría permitido evitar totalmente, dada la práctica ausencia en muchas piezas de anti-plásticos minerales, la aparición de importantes deformaciones de la forma original durante el secado o la cocción de las piezas que suceden a causa de su deshidratación. Una vez eliminada durante la cocción la mayor parte de la materia orgánica de la pasta, se adquiere un producto con gran porosidad, tanto abierta como cerrada, y ligero. Por un lado, este tipo de pastas son fáciles de fabricar y requieren de poco tiempo y esfuerzo en su realización así como escasa infraestructura. Sin embargo, proporcionan un producto con más deformaciones de la forma, menos duradero, compacto y estable, en definitiva con una esperanza de vida menor.

Por otro lado, las piezas obtenidas tienen fuertes limitaciones funcionales, principalmente derivadas de su gran porosidad abierta. Aunque, como se ha comprobado, este parámetro podría haberse corregido mediante la aplicación de engobes u otros tratamientos que homogenizan la superficie y reducen la porosidad. De todos modos, la resistencia mecánica de la pieza es teóricamente menor que la observada en la Fábrica 1, lo que exigiría la renovación de los artefactos de manera periódica. Finalmente, las piezas están cocidas a muy baja temperatura por lo que, con el paso del tiempo, los minerales de la arcilla podrían ir absorbiendo agua ambiental con el riesgo de que éstos puedan volver a adquirir cierta plasticidad y reconvertirse a su estado natural, incrementando la necesidad de fabricar nuevas vasijas.

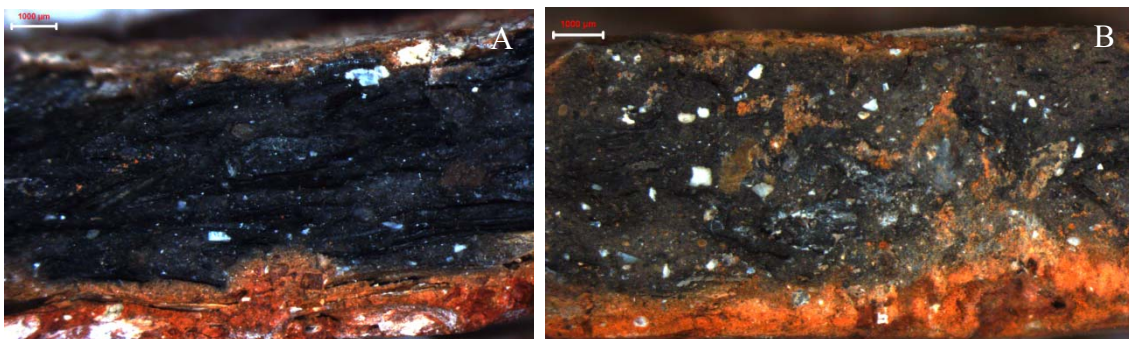


Figura 300. Microfotografías con binocular de las piezas TSB-1/294 (A) y TSB-2/42 (B), representativas de los rasgos de la Fábrica 2.1. Observar la textura fina con escasos antiplásticos, núcleos reducidos y márgenes oxidados de color rojo intenso.

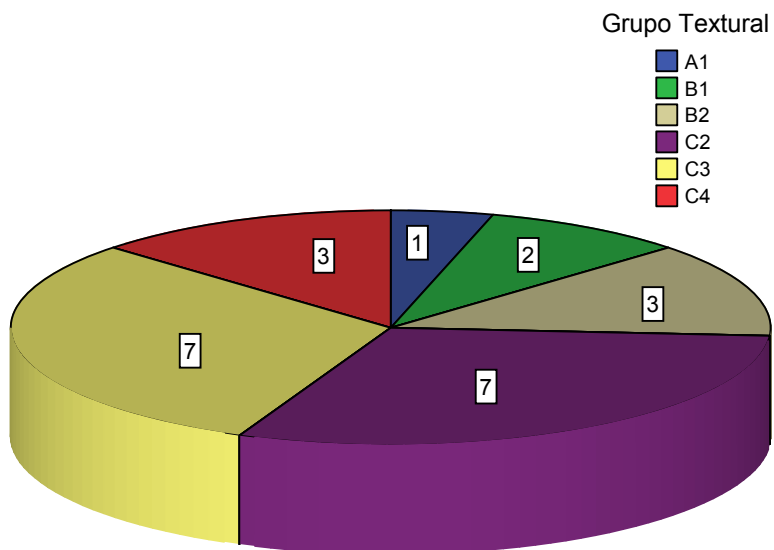


Figura 301. Número de piezas de la Fábrica 2 adscritas a los distintos Grupos Texturales.

Cuadro 53. Resúmenes estadísticos de distintas variables para la Fábrica 2.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Vegetal	24	2,3	14,9	7,792	3,7182
% Mineral	24	,7	16,7	6,246	4,0533
% Desgrasante	24	7,0	24,4	14,038	4,1190
% CaO	28	5,23	28,80	16,6158	6,95349
% Fe ₂ O ₃	28	7,80	16,72	11,1895	2,57823
% Calcita DRX	23	17,3	89,7	55,961	20,5133
% Calcita cristalina	6	0	15	7,83	6,494
% Cuarzo DRX	23	1,9	17,5	8,678	4,5245



Figura 302. Fotografías de varias piezas cerámicas asociadas a la Fábrica 2. A) TSB-2/40 y B) TSB-9/81.

(Fotos: J. García Rosselló).

24.1.3. Fábrica 3: Arcillas calcáreas con calcita cristalina y materia vegetal.

Esta fábrica, asimilable a la pasta B de Palomar (2009) es abundante en el registro cerámico analizado, con 38 casos (26.2%), constituyendo una fábrica muy común, como veremos, en determinados periodos de la prehistoria de Mallorca. Las materias primas utilizadas parecen, por regla general, muy parecidas a las de la Fábrica 1 con la que se agrupa perfectamente en el gráfico bivariado $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{CaO}$ (Fig. 320). Al igual que en esta fábrica, las piezas presentan calcita cristalina muy angulosa como desgrasante, sin embargo, se diferencian por presentar cantidades más altas, aunque variables, de desgrasante vegetal ($\geq 4\%$). A pesar de usar materias primas muy similares, la adición de materia orgánica, especialmente si es en altas cantidades, transforma pastas como las de la Fábricas 1 en un nuevo producto con cualidades completamente diferentes (Fig. 303).

La textura de las piezas se relaciona, en gran parte, con el grado de porosidad de la cerámica. El grado de porosidad puede estar estrechamente relacionado con la utilización de distintos tipos de arcillas y pastas. En este caso, la introducción de materia orgánica determina la creación de un producto mucho más poroso, con abundante macroporosidad y microporosidad. El grado de porosidad también tiene importantes implicaciones funcionales ya que piezas con una elevada porosidad pueden presentar problemas potenciales a la hora de utilizarse en diversas funciones (Capel *et al.* 1982).

Por otro lado observamos que la textura final de la pieza, al igual que en las anteriores fábricas, también está determinada por la cantidad de calcita machacada en introducida en la mezcla:

a) Sub-fábrica 3.1. Este grupo al que se han podido adscribir 24 vasijas presenta una cantidad media o baja de desgrasante mineral ($<10\%$) de tamaño variable, la cantidad de desgrasante vegetal también es muy variable en esta sub-fábrica (4.5-17%). El porcentaje de CaO resulta muy disperso (13-42%) indicando el carácter muy calcáreo en estas piezas a las que se han añadido cantidades más discretas de desgrasante mineral 14%.

b) Sub-fábrica 3.2. Cuatro de las muestras se confeccionan con pastas con texturas tipo GT-B1 y B2, con cantidades variables de materia orgánica (6-18%) y una cantidad media de desgrasante mineral (10%) siendo preferentemente de tamaño sub-milimétrico (<0.8 mm). Dada la utilización de arcillas calcáreas en combinación con la adición de calcita cristalina las concentraciones de CaO se revelan muy altas (28-39.5%).

c) Sub-fábrica 3.3. Son tres muestras con pastas medias/gruesas tipo GT-A con más de un 14% de desgrasante mineral y poco vegetal (5-7.6%), éstas aparecen claramente diferenciadas del resto y tecnológicamente claramente vinculadas con la Fábrica 1. Dada la utilización de arcillas calcáreas en combinación con la adición de abundante calcita cristalina las concentraciones de CaO se revelan las más altas (40-48%).

Podemos señalar que las vasijas de esta fábrica, excepto en aquellas muestras asociadas a GT-A donde existe una correlación negativa entre la cantidad de desgrasantes mineral y orgánico, no existe ningún tipo de correlación entre estas variables. En cambio, sí se observa cierta correspondencia entre el porcentaje de desgrasante mineral y el contenido de CaO de las pastas, especialmente en las sub-fábricas 3.2 y 3.3. La cantidad añadida de desgrasante vegetal junto con el mineral, en algunos casos, podría haber estado relacionada con el grado de plasticidad de la arcilla utilizada pero también con el grado de humedad de las mismas. En definitiva, podemos asegurar que se trata de una fábrica muy heterogénea texturalmente donde, en ocasiones, la pasta está muy mal mezclada que se caracteriza por la utilización de materias primas muy calcáreas.

Algunos rasgos de ciertas piezas de esta Fábrica 3 indican que ésta está muy relacionada en muchos de sus materiales con la Fábrica 1. Sin embargo, el esfuerzo destinado a su preparación es más similar al observado en la Fábrica 2, especialmente en lo que se refiere a las Sub-fábricas 3.1 y 3.2.

La estrategia de cocción se revela también muy semejante a la observada en la Fábrica 2, no se observan fases de alta temperatura, ni la sinterización de la matriz o la reacción de los carbonatos, que se muestran poco alterados térmicamente. Del mismo modo, se conservan, en muchas muestras, restos de materia orgánica grafitizada lo que nos remite a una temperatura de cocción inferior a 750 °C que, probablemente, en muchos casos, se reduzca a temperaturas inferiores a los 650°C.

La atmósfera de cocción predominante en esta fábrica (84%) es aquella que produce un núcleo reducido, en ocasiones con los márgenes oxidados, lo que apunta al mismo proceso de cocción observado en la Fábrica 2, cocciones de corta duración, en estructuras abiertas y en ambientes oxidantes. En todo caso, el número de piezas que se muestran claramente oxidadas es del 16%. El grado de oxidación de las piezas debe relacionarse con pastas de diferente grosor, con el tiempo de cocción y la temperatura así como con la colocación de las piezas dentro de la estructura de combustión.

Esta estrategia de cocción en base a la gama cromática de la sección, con transiciones o-R-o de carácter abrupto, se ha observado en pastas de este tipo del yacimiento mallorquín de *Son Fornés*. En este yacimiento se interpretó que las piezas se habían cocido en una estructura abierta mediante cocciones rápidas de corta duración, donde la temperatura máxima se alcanzaría en menos de media hora y se mantendría durante un periodo de tiempo muy breve (Palomar 2005: 161, 434; Palomar 2009). También se ha constatado en *Ses Paises* donde se relaciona con el Grupo 13 establecido por Cau (2004).

Ya se han señalado las deficiencias y las ventajas en el proceso de producción de este tipo de pastas. El uso de materia orgánica reduce considerablemente el esfuerzo necesario para desgrasar arcillas muy plásticas y excesivamente húmedas, de modo que permite fabricar la cerámica y cocerla con altas probabilidades de éxito, rentabilizando su producción y el tiempo empleado en su confección. El uso de materia orgánica disminuye los costes de producción y favorece un producto más ligero (Skibo *et al.* 1989). Sin embargo, cuando la materia orgánica se usa en altas cantidades cabe esperar un nivel alto de porosidad que podría minimizarse, como se ha visto, mediante la aplicación de determinados tratamientos de superficie como engobes, espatulados, bruñidos, resinas, etc.



Figura 303. A) Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSF-235 representativa de los rasgos de la Fábrica 3.1. B) Fotografía de la pieza TSF-353 representativa de los rasgos de la Fábrica 3.

(Foto: J. García Rosselló).

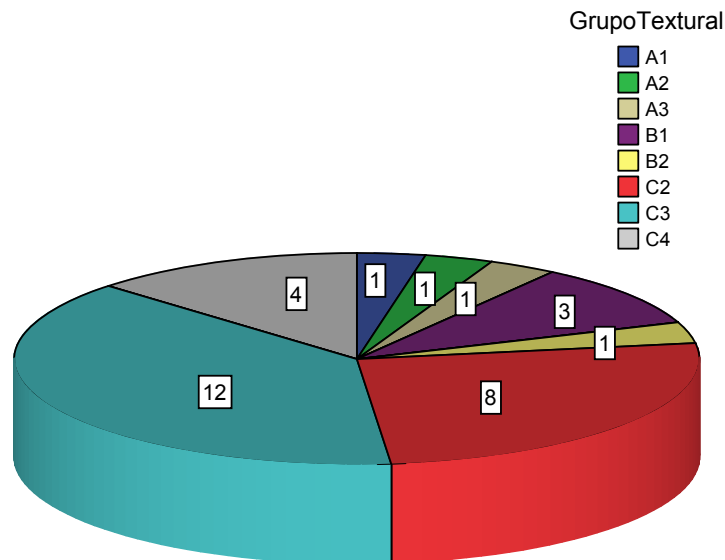


Figura 304. Número de piezas de la Fábrica 3 adscritas a Grupos Texturales.

Cuadro 54. Resúmenes estadísticos de distintas variables para la Fábrica 3 señalando varios valores diferenciales.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Vegetal	32	4,3	18,3	9,093	4,2432
% Mineral	33	,7	18,6	6,381	4,7048
% Desgrasante	32	6,9	29,8	15,466	5,8080
% CaO	32	13,83	49,47	32,6354	9,62953
% Fe ₂ O ₃	32	3,06	7,23	5,3247	1,02254
% Calcita DRX	30	23,8	91,4	59,193	18,6360
% Calcita cristalina	4	5	35	25,00	13,540
% Cuarzo DRX	30	1,0	19,5	9,080	4,5758

24.1.4. Fábrica 4: Arcillas calcáreas desgrasadas sólo con materia vegetal.

Esta fábrica se documenta de modo muy marginal en las islas y es asimilable a la Pasta C de Palomar (2009) que la documenta en sólo una pieza de *Son Fornés*. Este grupo se relaciona con un grupo de cuatro piezas (TSB-1/297, TSB-8/32, TSF-1048, TSF-264) muy parecido al grupo anterior pero que, en este caso, no presentan indicios de la adición de desgrasante mineral a la pasta. En este caso, las inclusiones minerales detectadas, muy pequeñas y redondeadas, deben asimilarse con su presencia en las materias primas (Fig. 305). Ello ha determinado que estas piezas presenten un contenido más moderado de CaO (15-20%) que debe asociarse con el existente en la materia prima original (Cuadro 55).

Las arcillas que se habrían utilizado serían calcáreas, finas y a éstas se les añadiría tan solo materia orgánica para desgrasarlas. Los rasgos técnicos de la pasta son, por tanto, muy parecidos a los observados en la Sub-fábrica 3.1 pero la Fábrica 4, al tener menos anti-plásticos minerales, tendría todavía menos consistencia. Las pastas son exclusivamente del tipo GT-C (<0.3 mm), finas y con muy poco desgrasante (<4%) mineral que es compensado añadiendo cantidades más altas de materia orgánica (9-12%). Aunque el número de piezas es escaso, se asiste a una correlación negativa entre la cantidad de ambos desgrasantes. También la estrategia de cocción se revela muy semejante a las de las piezas ricas en vegetal de las Fábricas 2 y 3, ya que no se observan en la pasta estrategias oxidantes sino claramente reductoras además de la presencia de materia orgánica carbonizada en la pasta. Ello remite de nuevo a la utilización de cocciones oxidantes de escasa duración.

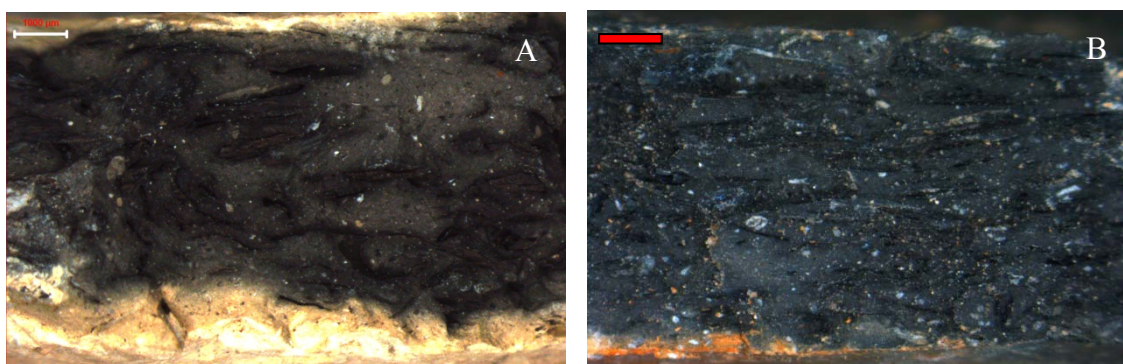


Figura 305. A) Microfotografías con binocular de las piezas TSF-1048 y TSF-264 representativas de los rasgos de la Fábrica 4.

Cuadro 55. Resúmenes estadísticos de distintas variables para la Fábrica 4.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Vegetal	4	9,4	12,0	10,850	1,1818
% Mineral	4	,8	4,1	2,375	1,3500
% Desgrasante	4	11,2	14,3	13,225	1,3889
% CaO	3	15,06	19,99	17,5847	2,46639
% Fe ₂ O ₃	3	5,72	7,26	6,4037	,78504
% Calcita DRX	3	31,0	67,7	54,033	20,0630
% Cuarzo DRX	3	7,9	15,4	10,533	4,2194

24.1.5. Fábrica 5: Arcillas ferruginosas desgrasadas sólo con materia vegetal.

Esta es la primera vez que se documentan este tipo de Fábricas en cerámicas prehistóricas de las Islas Baleares aunque, con sólo dos piezas constatadas, resulta muy minoritaria. Ésta es también muy parecida a la anterior en cuanto a textura y a la adición de desgrasante. Al igual que en la Fábrica 4, presenta tan solo desgrasante vegetal, estando ausente la calcita cristalina. La cantidad de mineral es muy baja (3-5%) siendo éste de morfología muy redondeada. Las texturas predominantes son GT-C3 y C4, parece ser, como se ha observado petrográficamente, que las inclusiones se relacionan con la presencia de fragmentos aislados de roca caliza en la pasta, que también explican la variación observada en las concentraciones de CaO (8-15%), que resulta moderada. La cantidad de desgrasante vegetal ronda en torno al 8% en ambas muestras y a diferencia de la Fábrica 4, y a semejanza de la Fábrica 2, estas piezas muestran niveles muy altos de Fe₂O₃ (12-14%). En este sentido, se puede indicar que el tipo de arcilla utilizada así como la escasa inversión realizada en su preparación es similar al de la Fábrica 2.

Sin embargo, en la cocción se observan diferencias ya que ambas piezas muestran cocciones donde, a pesar de la cantidad relativamente importante de materia orgánica, ha predominado una atmósfera oxidante con una gama cromática anaranjada intensa (Fig. 306). Ello indica que la materia orgánica se ha quemado completamente, permitiendo la oxidación del hierro, una evidencia de que las piezas podrían haber estado expuestas a un mayor tiempo de cocción que las otras fábricas con vegetal. Este hecho estaría avalado por la ausencia de desgrasante vegetal grafitizado y por un aspecto muy compacto de la pasta.

De todos modos esta compacidad puede deberse también a la textura ya que una matriz formada por partículas de grano fino presentará una mayor cohesión en comparación con otras que contengan fracciones medias o gruesas. Esta mayor unidad entre las partículas se incrementa mediante el calentamiento del material, favoreciendo una mayor compacidad y un menor grado de porosidad (Capel *et al.* 1982).

De todas formas, a pesar de que el producto final obtenido es relativamente compacto, éste muestra zonas muy porosas, claramente visibles por la introducción de fases secundarias postdeposicionales en la matriz de las piezas, como calcita completamente alóctona formada con posterioridad al proceso de fabricación. Se trataría, por tanto, de arcillas ferruginosas plásticas pero mal homogeneizadas, desgrasadas sólo con materia vegetal y poco consistentes al modelado, muy proclives a deformaciones de la forma original, especialmente durante la cocción. Las piezas tienen además una alta porosidad abierta y, por tanto, funcionalmente serían limitadas. En al menos un caso (TSB-6/87), se constata que se habría tratado de corregir esta alta macroporosidad en base a la aplicación de un engobe fino sobre la superficie externa de la pieza.

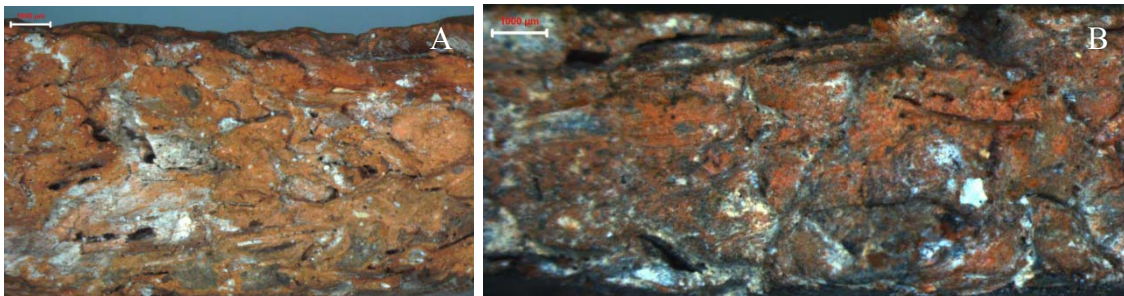


Figura 306. Microfotografías con binocular de las piezas TSB-7/10 (A) y TSB-6/87 (B) representativas de los rasgos de la Fábrica 5, observar la presencia de fases postdeposicionales filtradas por los poros en la matriz.

Cuadro 56. Resúmenes estadísticos de distintas variables para la Fábrica 5.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Fe ₂ O ₃	2	12,45	13,40	12,927	,66892
% Calcita DRX	2	26,9	72,6	49,75	32,3148
% CaO	2	8,63	15,87	12,247	5,11662
% Mineral	2	3,6	5,1	4,35	1,0607
% Vegetal	2	7,3	8,7	8,00	,9899
% Cuarzo DRX	2	5,6	14,8	10,20	6,5054
% Desgrasante	2	12,3	12,4	12,35	,0707

24.1.6. Fábrica 6: Arcillas calcáreas ligeramente sobre-cocidas.

Esta fábrica se documenta de modo muy marginal y sólo en unas pocas cerámicas prehistóricas de las Islas Baleares ligadas a cronologías antiguas (García Orellana *et al.* 2001: 59; Vendrell 2003; Andreu *et al.* 2007). Esta Fábrica, muy minoritaria con sólo dos piezas (CLG-2430, CLG-2795), se caracteriza por ser la única que ha presentado fases de alta temperatura como gehlenita, anortita y hematites, así como evidencias de una matriz parcialmente sinterizada lo que indica una temperatura de cocción situada entre 850-950°C así como, posiblemente, unos tiempos de exposición a altas temperaturas más largos. La atmósfera de cocción observada resulta muy variable puesto que una muestra tiene una tendencia oxidante mientras la otra se muestra cocida en una atmósfera reductora. Todos estos datos podrían indicar un control muy pobre de las condiciones de cocción, donde se controlan mal las temperaturas, los tiempos y las atmósferas. Esta falta de control en la cocción de pastas calcáreas puede entrañar un gran riesgo y aumentar el índice fracaso en la producción cerámica por lo que, al contrario de lo observado en esta fábrica, su uso debe estar altamente controlado.

Estas piezas se caracterizan por la ausencia de desgrasante orgánico y por presentar un contenido moderado de CaO (13-20%) que tiene también su reflejo en las bajas cantidades de calcita observadas mediante DRX. La escasa cantidad de calcita observada en las muestras indica que estas piezas no parecen poseer calcita cristalina añadida, si ésta está presente en la pasta es sólo en proporciones muy pequeñas y de modo testimonial. De esta forma, las cocciones documentadas, donde la calcita reacciona en óxido de calcio y fases de alta temperatura, resultan menos nocivas en pastas como éstas, sin este tipo de desgrasantes y con un menor contenido calcáreo.

Por otro lado, estas piezas muestran una textura fina con pocos desgrasantes minerales de tamaño grueso (GT-C3) que habría favorecido la sinterización de la pasta y el desarrollo de una matriz muy compacta y dura (Fig. 307). Una cerámica con resistencia mecánica elevada tiene que estar fabricada con una pasta fina y cocida a alta temperatura de forma que se pueda desarrollar la formación de vidrio. A mayor cantidad de filosilicatos y más temperatura más cantidad de vidrio. Ello proporciona un producto poco poroso y muy resistente térmicamente (Capel *et al.* 1982).

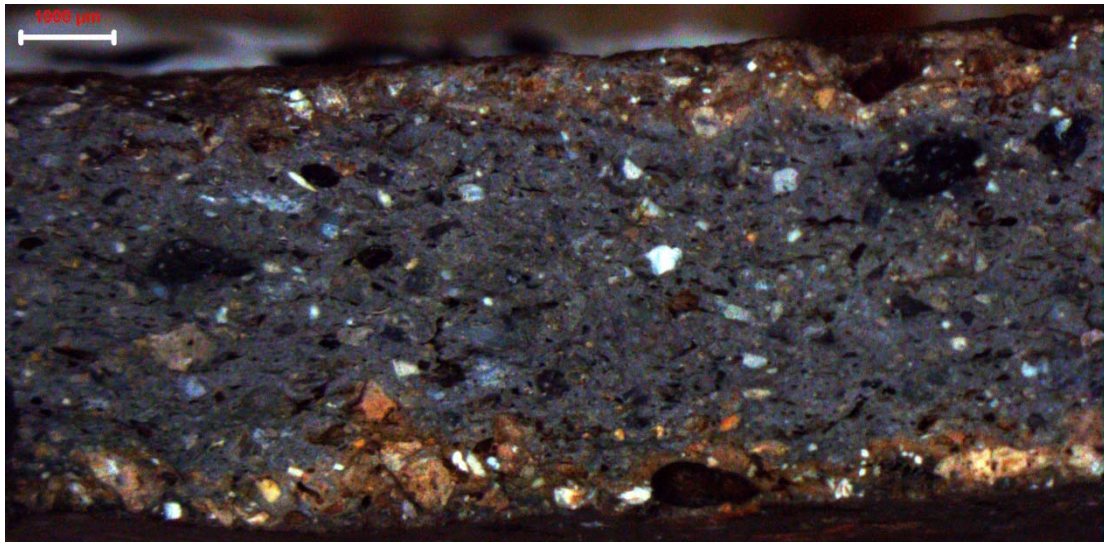


Figura 307. Microfotografía con binocular de la pieza CLG-2430 representativa de los rasgos de la Fábrica 6.

Cuadro 57. Resúmenes estadísticos de distintas variables para la Fábrica 6.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Fe ₂ O ₃	2	5,09	7,81	6,4450	1,92333
% Calcita DRX	2	6,8	12,2	9,500	3,8184
% CaO	2	13,46	20,42	16,9390	4,92571
% Mineral	1	8,3	8,3	8,300	.
% Vegetal	2	,0	,0	,000	,0000
% Cuarzo	2	8,8	9,6	9,200	,5657
% Desgrasante	1	8,3	8,3	8,300	.

24.1.7. Fábrica 7: Arcillas calcáreas desgrasadas con calcarenitas y materia vegetal.

Esta es la primera vez que se documentan este tipo de Fábricas en cerámicas prehistóricas de las Islas Baleares. Se relacionan con arcillas calcáreas, en ocasiones con abundantes microfósiles, muy parecidas a las utilizadas en la Fábrica 1 y la Fábrica 3. La principal singularidad de esta fábrica la constituye la combinación de estas arcillas con materia vegetal y calcarenitas (Fig. 308). Las calcarenitas sustituyen en este caso a la calcita cristalina, aunque en alguna vasija (SM-362) se documenta además una subvariante que muestra la adición de pequeñas cantidades (15%) de este mineral.

El machacado y la adición de calcarenitas, aporta más cuarzo así como un alto número de partículas calcáreas homogéneas en tamaño y de morfología muy redondeada. Las texturas obtenidas muestran un desgrasante mineral de tamaño medio (0.8 mm) en cantidades variables medias/bajas (<12%) típicas de texturas tipo GT-B2, C3 y C4. La cantidad de materia orgánica es media (5-10%). La adición de calcarenitas proporciona pastas con un contenido medio de CaO (20-25%), inferior al observado en las piezas con altas cantidades de calcita cristalina (Cuadro 58). Estas pastas combinan este desgrasante con cantidades medias de desgrasante vegetal. La estrategia de cocción es, en todas las piezas, idéntica a la observada mayoritariamente en la Fábrica 3, con ambientes reductores típicos de pastas con vegetal cuya cochura se realiza en estructuras abiertas. Del mismo modo, el material orgánico se observa parcialmente grafitizado. Estos datos apuntan una vez más a la utilización de bajas temperaturas (<700 °C) y tiempos de exposición breves a las máximas temperaturas.

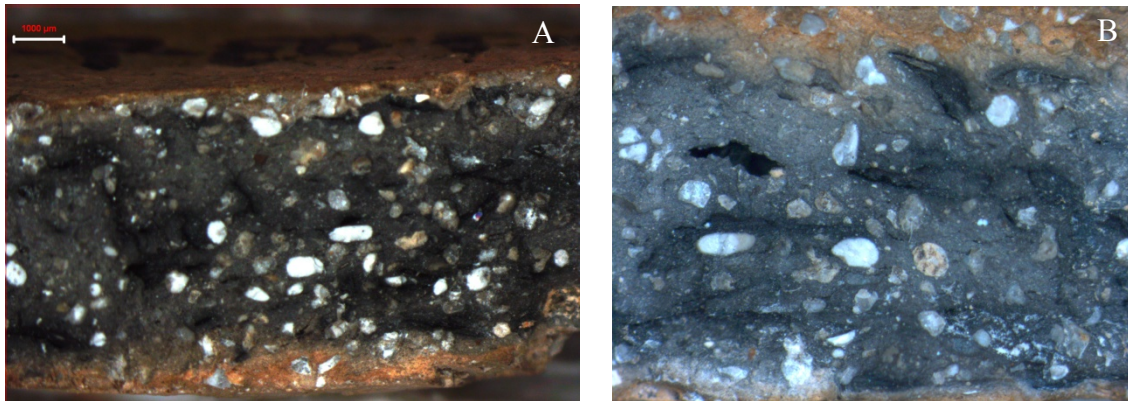


Figura 308. Microfotografías con binocular de la pieza TSF-229 (A y B) representativa de los rasgos de la Fábrica 7.

Cuadro 58. Resúmenes estadísticos de distintas variables para la Fábrica 7.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Fe ₂ O ₃	5	4,54	7,00	5,2258	1,01603
% Calcita	3	35,8	60,0	46,000	12,5395
% Calcita Cristalina	3	0	15	5,00	8,660
% CaO	5	20,79	27,98	25,9952	2,95070
% Mineral	4	2,5	12,3	7,800	5,1852
% Vegetal	4	5,2	9,7	7,475	1,8536
% Cuarzo	3	8,5	16,0	12,033	3,7687
% Desgrasante	4	12,0	19,5	15,275	3,7660

24.1.8. Fábrica 8: Pastas silíceas con desgrasante vegetal.

Este tipo de Fábrica, constituida por seis piezas, se caracteriza por agrupar pastas muy silíceas que se han documentado en otras cerámicas prehistóricas de Menorca, aunque éstas no poseen desgrasante vegetal (Orellana 1998; Orellana *et al.* 2001). Se caracterizan por tener un contenido bajo de CaO (<8%) y de calcita en los análisis de FRX, DRX y de petrografía. Estos datos podrían sugerir que estamos ante una arcilla de descalcificación y, por lo tanto, no se trataría de una marga calcárea. Las piezas de esta fábrica no tienen calcita cristalina, sino cantidades medias/altas de desgrasante vegetal y niveles altos de cuarzo (22-30%). Estas vasijas son muy diferentes a las de las Fábricas 1, 3 y 7, donde predomina un claro componente calcáreo. Las arcillas son muy plásticas, por ello, están desgrasadas con cantidades medias/altas (5-21%) de materia vegetal, probablemente las arcillas no fueron decantadas y por ello tienen una textura fina/media (<0.8 mm), con poco desgrasante mineral (<5%), características de los Grupos Texturales C2 y C3 (Fig. 309). Este hecho evidencia unas pastas poco consistentes, con algunas arenas y una alta porosidad derivada de un alto contenido en materia orgánica, puesto que todas las piezas excepto TSF-239, presentan más de un 10%.

La atmósfera de cocción es igual a la observada en las otras fábricas con materia vegetal. Se trata de piezas cocidas a baja temperatura, con materia orgánica grafitizada, con un núcleo reducido y con sólo los márgenes y superficies oxidadas (Fig. 310), rasgos que indican cocciones cortas, probablemente ligadas a ambientes oxidantes. La presencia de una mayor cantidad de cuarzo expone a estas piezas a un mayor grado de estrés térmico durante el calentamiento, especialmente entre los 550/600°C, cuando se produce una expansión térmica diferencial entre el cuarzo y la matriz arcillosa. De todas formas, con la cantidad y el tamaño del cuarzo observado en la mayoría de las piezas, no cabe esperar un estrés demasiado agresivo que imposibilite la producción de cerámica.

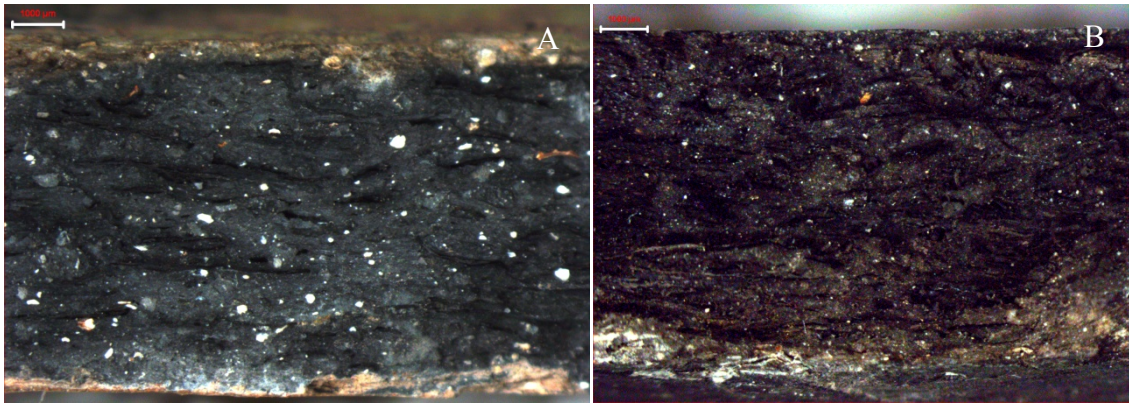


Figura 309. Microfotografías con binocular A) pieza TSF-239 y B) TSB-7/33, representativas de los rasgos de la Fábrica 8.

Cuadro 59. Resúmenes estadísticos de distintas variables para la Fábrica 8.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Fe ₂ O ₃	6	4,76	7,21	6,0067	,94424
% Calcita DRX	5	1,0	17,1	7,520	6,0899
% CaO	6	2,17	8,39	5,1905	2,57791
% Mineral	6	1,1	4,9	2,767	1,3367
% Vegetal	6	5,0	21,1	12,150	6,6413
% Cuarzo	5	22,4	29,6	25,320	3,1044
% Desgrasante	6	8,3	22,2	14,917	5,7742



Figura 310. Fotografías de dos piezas de perfil completo de la Fábrica 8, A) TSF-237 y B) TSF-240.

24.1.9. Fábrica 9: *Terra rossa* con materia vegetal sin cocer.

Son productos fabricados con una arcilla que, aunque sea muy plástica, posee algunas inclusiones en forma de arenas de forma natural. Se trataría de *terra rossa* rica en cuarzo y sin apenas carbonatos, rasgos que recuerdan mucho a los de la Fábrica 8. Estos sedimentos son muy arcillosos y, por tanto, absorbentes, poco impermeables y consistentes, experimentando importantes cambios volumétricos durante su hidratación y deshidratación. La solución a este problema, muy poco recomendable para la función del material como impermeabilización de cubiertas arquitectónicas, consistió en añadir abundante materia orgánica a la pasta. Ésta habría sido una solución muy rentable a la hora de desgrasar grandes cantidades de material que no va a ser cocido y que, por tanto, tendrá una menor porosidad que las cerámicas. La materia orgánica permite a la pasta absorber grandes cantidades de agua, aumentando su peso pero minimizando el estrés desarrollado por cambios de volumen. La finalidad habría sido la consecución de un material muy rentable en términos de esfuerzo pero capaz de asilar y minimizar las filtraciones que se producen al interior de la vivienda. Al mismo tiempo, esta fábrica habría disminuido el riesgo de colapso de la cubierta ya que el desgrasante vegetal es muy ligero, proporciona una estructura fibrosa y una textura abierta que favorece el secado de la pasta evitando una alta carga de estrés sobre las estructuras.

24.1.10. Fábrica 10: Calizas margosas.

Al igual que en la fábrica anterior, esta pasta se utiliza exclusivamente para confeccionar material de construcción, tanto para adobes como para material de impermeabilización de cubiertas. Se trata de artefactos realizados con calizas margosas recientes, excesivamente calcáreas y arenosas, por tanto, muy poco plásticas. Como se ha señalado, esta pasta se utiliza directamente como viene de la veta, sin ningún tipo de tratamiento, como mucho se habría realizado una limpieza muy superficial de para eliminar fragmentos de roca y de materia orgánica excesivamente grandes. Este tipo de pastas favorece la creación de artefactos que son impermeables y que, al mismo tiempo, van a experimentar, al no ser la calcita absorbente, escasos cambios volumétricos. De este modo se conseguirá una masa de barro muy consistente.

Este tipo de artefactos se secan al sol y, a pesar de que pueden someterse a cierto calentamiento (Starnini y Szakmány 2009) no se exponen a una cocción propiamente dicha. Los riesgos que entraña la utilización de materiales altamente calcáreos, debido a su reacción a bajas temperaturas, van a quedar entonces ausentes en esta fábrica.

24.1.11. Fábrica 11: Margas calcáreas sin cocer.

Esta fábrica se relaciona con dos pesas de telar (TSB-4/43, TSB-8/33) así como un ecofacto de arcilla (TSB-8/77) que se han fabricado con arcillas calcáreas muy finas, ricas en minerales de la arcilla y sin apenas inclusiones, muy parecidas a las utilizadas en la Fábrica 1 y 3. El resto de las pastas, asociadas a pesas que se han podido observar macroscópicamente pero que no se han podido analizar, responden a las mismas características que las analizadas. Las pastas no están desgrasadas, ni con materia vegetal ni mineral. Sin embargo, la presencia de abigarramientos en la misma podría indicar que se han mezclado varias arcillas para su confección, siendo una más ferruginosa que la otra. Estas arcillas son muy plásticas lo que habría permitido modelar sin problemas pesas con una forma y una tipología concreta. Sin embargo, este tipo de materias primas son excesivamente absorbentes, lo que, como se ha visto experimentalmente, entraña la aparición de desconchados muy agresivos durante la cocción, especialmente en paredes muy gruesas (4.5-6 cm) como la de estas pesas de telar. Dado el grosor de las paredes las partículas del interior son incapaces de migrar al exterior. Este efecto negativo de esta pasta no afecta a la función de las piezas, ya que al no estar éstas cocidas, no experimentan de la deshidratación agresiva que se produce en el inicio de la fase de cocción. En definitiva, tras la fase de secado el producto final obtenido es muy compacto y poco poroso y, por tanto, bastante pesado.

24.1.12. Fábrica 12: Pastas calcáreas con bajas cantidades de calcita cristalina (<10%).

Este grupo de tres piezas (CLG-149, CLG-154 y CLG-160) comparte las mismas características que las piezas de Fábrica 1, margas con calcita cristalina, sin vegetal y cocidas a temperaturas que oscilarían, dados los datos disponibles y el aspecto muy compacto de la pasta, entre los 700-850 °C, en atmósfera reductora utilizando curvas de cocción largas.

La única diferencia, que se ha considerado relevante la constituye la presencia de cantidades mucho menores de calcita cristalina en las pastas (<10%), lo que determina un contenido medio de CaO (15-25%) que debe asociarse en gran medida a la naturaleza de las arcillas utilizadas. La escasa adición de este mineral favorece una textura menos gruesa y con menos desgrasante (<5%) típicas de los grupos GT-C2 y C3. El producto final obtenido es más parecido al de la Fábrica 1 que al del resto de fábricas vegetales constatadas. Dada la composición de la pasta y el tipo de cocción, puede señalarse que el producto obtenido sería poco macroporoso, muy compacto, duro y consistente (Fig. 311). Finalmente, señalar que las muestras analizadas pueden mostrar tratamientos de la superficie consistentes en engobes ricos en hierro. En un caso (CLG-149) se ha podido constatar, petrográficamente, la presencia de cerámicas trituradas que representaría una subfábrica con entidad propia. Las otras dos piezas no se han podido examinar petrológicamente y también podrían contener este tipo de componente.

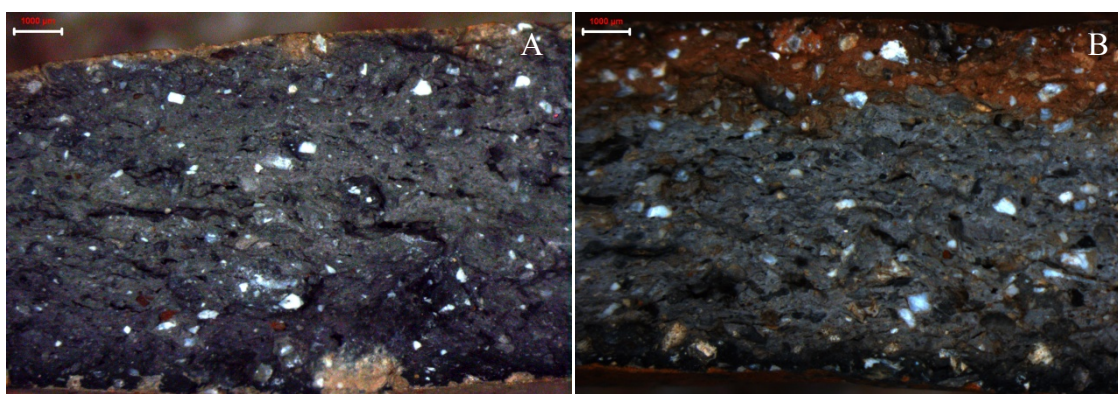


Figura 311. Microfotografías con binocular A) CLG-154 y B) CLG-149, representativas de los rasgos de la Fábrica 12.

Cuadro 60. Resúmenes estadísticos de distintas variables para la Fábrica 12.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Fe ₂ O ₃	3	5,06	5,63	5,3240	,28751
% Calcita	3	33,4	63,3	43,967	16,7673
% Calcita Cristalina	1	10	10	10,00	.
% CaO	3	15,76	25,47	20,4153	4,87005
% Mineral	3	2,6	5,1	3,933	1,2583
% Vegetal	3	,0	,0	,000	,0000
% Cuarzo	3	10,1	15,2	12,233	2,6502
% Desgrasante	3	2,6	5,1	3,933	1,2583

24.1.13. Fábrica 13: Pastas de origen ígneo.

Esta es la primera vez que se documenta este tipo de fábrica en cerámicas prehistóricas de las Islas Baleares. Si bien algunas cerámicas que comparten rasgos macroscópicos con ésta pudieron observarse en otros yacimientos mallorquines del área de Valldemossa como *Son Ferrandell Oleza* (Waldren 2003). Esta Fábrica, representada por sólo una pieza (CLG-2755), se caracteriza, al igual que las piezas señaladas por este autor, por la predominancia de micas doradas, moscovita y biotita, y cuarzo en su composición, y por la ausencia de carbonatos y de calcita cristalina.

A esta composición básica podemos añadir la presencia importante de feldespato potásico y plagioclasas (Fig. 312b), detectados en los análisis mineralógicos y petrográficos. Como ya señaló W. Waldren la composición de estas cerámicas resulta incompatible con la geología local de las Islas Baleares, donde las arcillas no suelen presentar micas y feldespatos de este tamaño y donde éstos se suelen mostrar mucho más alterados. De este modo, hay que remitir a la utilización de arcillas formadas a partir de rocas plutónicas, como granitos u ofitas, con un alto grado de alteración. Ya el autor citado remitía para ubicar la procedencia de este tipo de fábricas hacia el área catalana, concretamente a zonas localizadas al norte del río Ebro y al área comprendida entre Tarragona y Barcelona, en nuestro caso, como ya se señaló, nos decantamos más hacia la zona de *El Maresme*.

La composición de esta pieza indica que se han utilizado arcillas ígneas con pocas inclusiones muy mal ordenadas, no depuradas y con la presencia de fragmentos de roca de varios milímetros (Fig. 312a). Estos datos texturales se plasman claramente en una distribución bimodal de las inclusiones (Fig. 313), lo que podría indicar, aunque parece poco probable, que los escasos fragmentos de roca fueron añadidos. La composición de estas pastas, al no tener materia vegetal ni carbonatos, dificulta el establecimiento de la estrategia de cocción puesto que los minerales que la forman son muy estables ante el calentamiento y a altas temperaturas. En todo caso, la pieza se habría cocido por debajo de los 950 °C utilizando atmósferas reductoras con final oxidante. Este tipo de pastas son muy estables, duras, compactas y con escasa macroporosidad, aunque pueden presentar algunos problemas derivados de la expansión térmica del cuarzo α a cuarzo β a los 573 °C, causando cierto estrés en la cerámica.

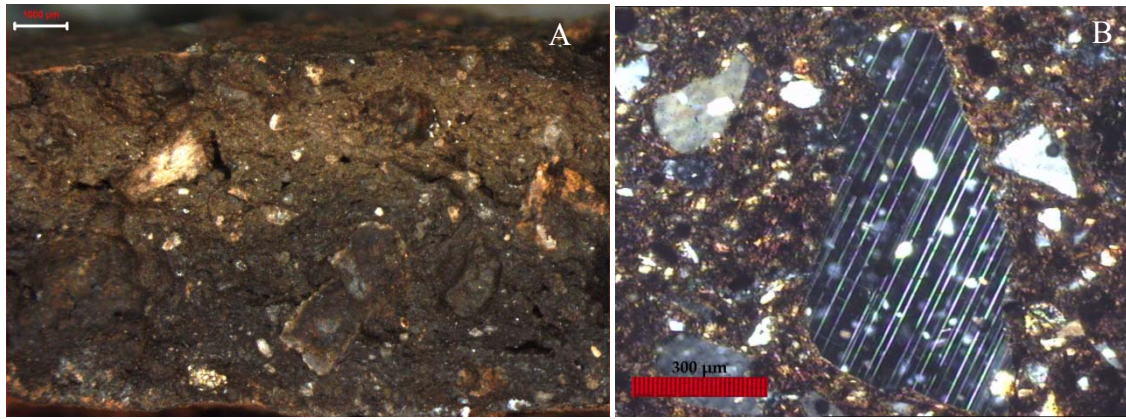


Figura 312. A) Microfotografía con binocular mostrando la pasta de la pieza CLG-2755 donde pueden observarse fragmentos de roca. B) Lámina delgada con nicoles cruzados de la misma pieza mostrando un cristal de plagioclasas.

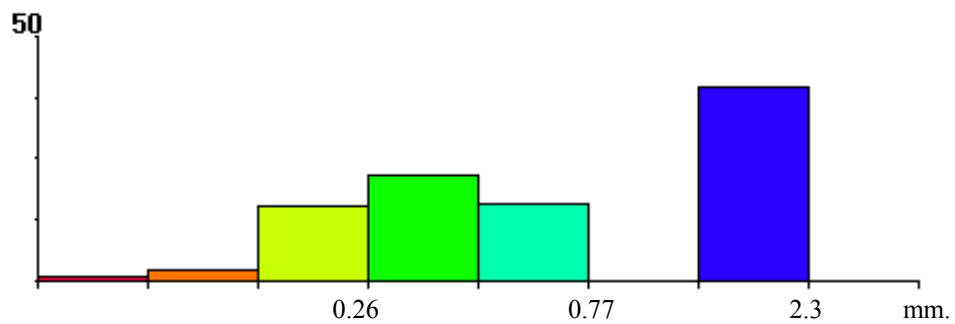


Figura 313. Histograma mostrando la textura bimodal de la pieza CLG-2755 asociada a la presencia de rocas aisladas de tamaño importante en la pasta.

Cuadro 61. Resúmenes estadísticos de distintas variables para la Fábrica 13.

	Media
% Fe ₂ O ₃	5,639
% Calcita DRX	3,00
% Calcita Cristalina	,0
% CaO	3,131
% Mineral	3,90
% Vegetal	,00
% Cuarzo	19,50
% Desgrasante	3,90

24.1.14. Fábrica 14: Arcillas calcáreas con vegetal y brechas o calizas.

Esta es la primera vez que se documentan este tipo de fábrica en cerámicas prehistóricas de las Islas Baleares. Se caracteriza por ser minoritaria, sólo se han documentado dos piezas (SM-140 y SM-180), y por utilizar arcillas calcáreas finas con foraminíferos junto con la adición de materia orgánica y rocas de origen calcáreo. Estos fragmentos de rocas tienen un aspecto redondeado o sub-angular y están formadas por calcita asociándose, respectivamente, a calizas y brechas. Se caracterizan por tener abundante desgrasante mineral (16-17%) de tamaño medio/grueso (>0.8 mm) y poca materia orgánica ($<4\%$), en definitiva, muestran una textura tipo GT-A3. El contenido de CaO (30-34%) de estas piezas es alto así como el porcentaje de calcita detectado mediante DRX (Cuadro 62), en todo caso, las concentraciones resultan sensiblemente más bajas que las documentadas en las piezas con abundante calcita cristalina.

Estas piezas son muy parecidas en sus cualidades a las de la Fábrica 1 y 3.3 ya que tienen abundante desgrasante mineral y escasa cantidad de materia orgánica. Sin embargo, según algunos autores (Shoval *et al.* 2006), habría resultado más indicado desgrasar las arcillas con calcita cristalina que con rocas calizas como éstas, a pesar de que sean mucho más abundantes en la naturaleza. Las partículas de caliza son policristalinas y se componen de calcita micrita, tienen más impurezas, superficie específica y más defectos en su estructura cristalina que la calcita de fractura. Al ser los cristales de grano más fino suelen reaccionar a más baja temperatura, su descomposición y posterior rehidratación da lugar a estallidos en la cerámica que pueden causar su fractura o su colapso.

De todos modos, la estrategia de cocción observada para estas piezas, donde predominan temperaturas bajas (<700 °C), sin fases neo-formadas, evita este tipo de problemáticas. La gama cromática de las piezas resulta muy variable (Fig. 314), lo que podría dar lugar, en futuros estudios de pastas, a la escisión del grupo en dos sub-fábricas, mientras una pieza está reducida, la otra se muestra oxidada. En el primer caso, donde hay escasa materia vegetal que está además totalmente volatilizada, una cocción oxidante relativamente corta, habría favorecido la oxidación de la pasta y la combustión de la materia orgánica.

En el segundo caso, la presencia de una pared reducida en una pasta con escaso vegetal podría indicarnos una cocción lenta en una atmósfera reductora. De todos modos, no se puede dejar de contemplar que estas diferencias puedan relacionarse en las cocciones con la colocación de las piezas en el horno y con las distintas atmósferas que circulan por la misma estructura.

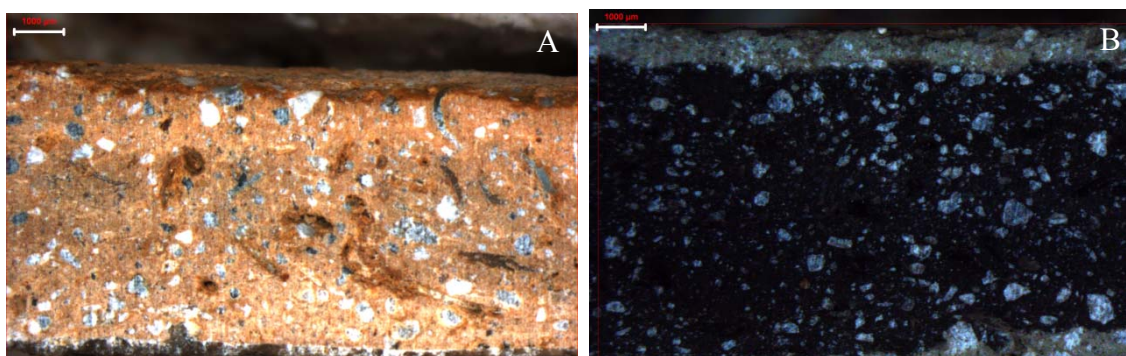


Figura 314. Microfotografías con binocular A) pieza SM-140 y B) SM-180, representativas de los rasgos de la Fábrica 14.

Cuadro 62. Resúmenes estadísticos de distintas variables para la Fábrica 14.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Fe ₂ O ₃	2	3,87	4,78	4,3270	,64064
% Calcita DRX	1	55,7	55,7	55,700	.
% Calcita Cristalina	2	0	0	,00	,000
% CaO	2	29,85	34,18	32,0155	3,06672
% Mineral	2	16,2	16,8	16,500	,4243
% Vegetal	2	,8	3,5	2,150	1,9092
% Cuarzo DRX	1	10,7	10,7	10,700	.
% Desgrasante	2	17,0	20,3	18,650	2,3335

24.1.15. Fábrica 15: Arcillas calcáreas desgrasadas con chamota.

La Fábrica 15 es testimonial, sólo ha documentado una pieza (SM-659) y se asocia a la Pasta D de Palomar (2009) también muy minoritaria. Ésta se caracteriza por la utilización de arcillas calcáreas a las que se han añadido cerámicas machacadas (Fig. 315) junto con pequeñas cantidades de calcita cristalina (15%) y materia orgánica (4.4%). Las cerámicas que se habrían añadido serían semejantes a las de la Fábrica 3 y presentan, en algún fragmento, materia orgánica sin grafitizar, lo que indica que fueron cocidas siguiendo una curva de temperatura rápida.

La adición de chamota está bien constatada en cerámicas prehistóricas de las Islas Baleares, tanto en el yacimiento menorquín de *Cova des Carritx* (Gómez Gras y Risch 1999) como en el yacimiento mallorquín de *Son Fornés* (Palomar 2005 y 2009) y *Ses Paisés* (Cau 2005).

De este modo, la Fábrica se caracteriza por tener una textura fina con escaso desgrasante mineral y vegetal siendo éste de tamaño medio/fino (<0.8 mm.), lo que explica la menor cantidad de CaO y de calcita documentados en los análisis de FRX y DRX (Cuadro 63) en comparación con las piezas de la Fábrica 1. La estrategia de cocción típica de pastas vegetales se repite una vez más en esta pieza, donde predomina un núcleo reducido con los márgenes oxidados y materia orgánica grafitizada. Se utilizan bajas temperaturas (<650 °C) y cocciones oxidantes con curvas rápidas de cocción. La utilización de chamota, junto con calcita de fractura, favorece la obtención de un producto consistente y reduce la plasticidad de esta arcilla muy plástica. Estos componentes tienen escasa diferencia de expansión térmica con la arcilla base por lo que su uso es recomendable en cerámicas cocidas a bajas temperaturas. Por otro lado, la presencia de materia orgánica, aunque escasa, favorece un producto más poroso con abundante porosidad abierta. Podemos señalar que las cualidades y el comportamiento de esta fábrica son asimilables a los de la Fábrica 3, con la que mantiene rasgos muy parecidos.

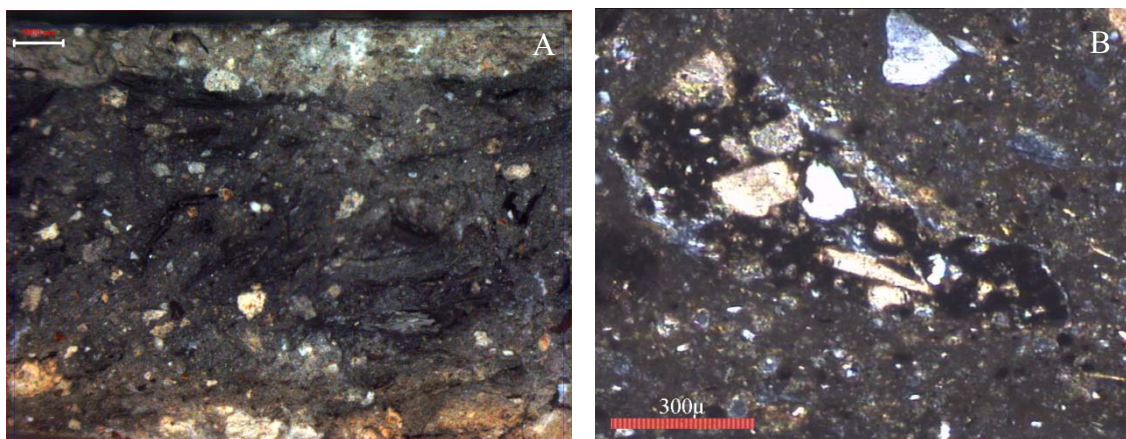


Figura 315. A) Microfotografía con binocular mostrando la pasta de la pieza SM-659 y B) Lámina delgada con nicols cruzados de la misma pieza mostrando un fragmento de cerámica triturada.

Cuadro 63. Resúmenes estadísticos de distintas variables para la Fábrica 15.

	Media
% Fe ₂ O ₃	5,7290
% Calcita	39,600
% Calcita Cristalina	15,00
% CaO	25,4720
% Mineral	3,900
% Vegetal	4,400
% Cuarzo	13,700
% Desgrasante	8,300

24.1.16. Fábrica 16: Pastas silíceas sin desgrasante vegetal con arenas.

Esta es la primera vez que se documenta esta fábrica en cerámica prehistórica de las Islas Baleares. Se trata de un grupo minoritario de cinco piezas que presentan pastas muy silíceas y poco calcáreas que no presentan desgrasante de ningún tipo, ni calcita cristalina ni apenas materia orgánica (Fig. 316). De todos modos, la textura más gruesa, la cantidad de cuarzos (20-25%) y la mayor presencia de desgrasante mineral observados en algunas piezas (SM-625, TSF-57 y TSB-17/23) podrían remitirnos a la utilización de distintas cantidades de arenas gruesas para desgrasar las pastas. En todo caso, estas piezas constituirían una fábrica claramente diferenciada.

De esta manera, las piezas muestran texturas tipo GT-B2, C1 y C3, y se caracterizan por presentar cantidades variables de desgrasante mineral muy redondeado que es, en todos los casos, de tamaño medio/fino (<0.8 mm) o fino (<0.3 mm). En el caso de la pieza SM-625 se puede señalar que la textura tipo GT-A2 debe relacionarse con la presencia de algunos fragmentos aislados de rocas calizas presentes en la pasta que tienden a aumentar ligeramente el nivel de CaO (11%) y de calcita en la pasta (19%). Por otro lado, hay que señalar un caso que puede asociarse a la utilización de arcillas ricas en hierro (TSB-6/73). En el resto de casos, la composición de las piezas no presenta este rasgo y remite a la utilización de margas muy poco calcáreas o bien suelos de *terra rossa* pobres en hierro y ricos en cuarzo.

Las muestras de este grupo tienen una cocción heterogénea donde predominan las piezas totalmente oxidadas (Fig. 317) y tan solo una reducida representada por la pieza SM-625 del Bronce Final que muestra una cronología diferente al resto de vasijas del grupo. La temperatura de cocción de estas piezas resulta más difícil de determinar puesto que el mineral principal, el cuarzo, es muy estable a altas temperaturas.

De todas formas, la ausencia de fases de alta temperatura nos remite a la utilización de temperaturas moderadas o bajas (<900 °C) y cocciones oxidantes típicas de estructuras abiertas para todas las piezas excepto para SM-625 que, como se ha indicado, parece haberse cocido en una atmósfera reductora.

Las muestras de este grupo se realizaron con arcillas muy plásticas aunque con abundantes inclusiones de cuarzo. Como se ha señalado, este rasgo comporta riesgos por cambios de volumen en los cristales en su paso de α a β a los 573 °C, tanto durante el calentamiento como en el enfriamiento tras el proceso de cocción. Si el enfriamiento es rápido los cuarzos pueden presentar fracturas concoides como las observadas en la pieza TSB-17/23. El producto final obtenido de estas pastas silíceas sin vegetal resulta muy compacto y poco poroso, especialmente en lo que se refiere a porosidad abierta o macroporosidad.

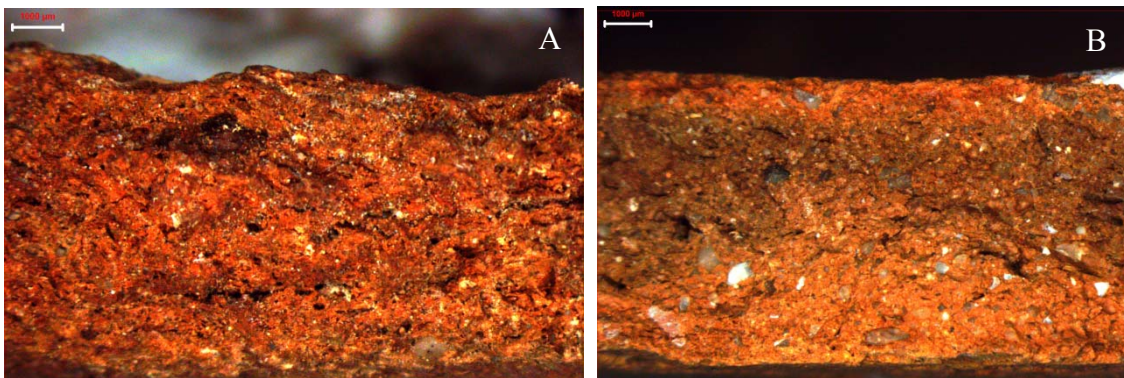


Figura 316. Microfotografías con binocular A) pieza TSB-6/73 y B) TSB-17/23, representativas de los rasgos de la Fábrica 16.

Cuadro 64. Resúmenes estadísticos de distintas variables para la Fábrica 16.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
% Fe ₂ O ₃	4	4,21	9,29	6,4570	2,10365
% Calcita	5	2,0	19,3	10,980	6,7355
% Calcita Cristalina	2	0	0	,00	.
% CaO	4	3,03	11,34	7,1733	3,86143
% Mineral	5	,5	17,5	9,420	6,8218
% Vegetal	5	,0	3,5	,960	1,5274
% Cuarzo	5	19,3	25,8	21,760	2,5422
% Desgrasante	5	,5	17,5	10,380	7,1824



Figura 317. Fotografía de la pieza TSB-17/23 mostrando el aspecto de una pieza de la Fábrica 16.

(Foto: J. García Rosselló)

Producción cerámica y cadena operativa de fabricación

Fábrica	Arcilla	Desgrasantes	Textura	Atmósfera	Cocción	Temperatura	Material	Periodo	Yacimiento	Compatibilidad
Fábrica 1	Marga	Calcita (20-40%)	Gruesa Micro-porosa	Reductora Oxidante	Larga	700-800°C	Cerámicas	1500-300 BC	<i>Closos de Can Gaià</i> <i>Puig de Sa Morisca</i> <i>Son Ferrer</i>	Compatible
Fábrica 2	Fe ₂ O ₃	Calcita (<15%) Vegetal	Fina Macro-porosa	Oxidante	Corta	<650°C	Cerámicas	500-75 BC	<i>Turó de les Abelles</i> <i>Túmulo de Son Ferrer</i>	¿?
Fábrica 3	Marga	Calcita Vegetal	Gruesa-media Macro-porosa	Oxidante	Corta	<650°C	Cerámicas	500-75 BC	<i>Puig de Sa Morisca</i> <i>Son Ferrer</i> <i>Turó de les Abelles</i>	Compatible
Fábrica 4	Marga	Vegetal	Fina Macro-porosa	Oxidante	Corta	<650°C	Cerámicas	500-75 BC	<i>Son Ferrer</i> <i>Turó de les Abelles</i>	Compatible
Fábrica 5	Fe ₂ O ₃	Vegetal	Fina Macro-porosa	Oxidante	Corta	<650°C	Cerámicas	250-75 BC	<i>Turó de les Abelles</i>	¿?
Fábrica 6	Marga	-	Media Micro-porosa	Reductora Oxidante	Larga	850-950°C	Cerámicas	1700-1500 BC	<i>Closos de Can Gaià</i>	Compatible
Fábrica 7	Marga	Calcarenitas Vegetal	Gruesa Macro-porosa	Oxidante	Corta	<750°C	Cerámicas	400-300 BC	<i>Puig de Sa Morisca</i> <i>Son Ferrer</i>	Compatible
Fábrica 8	Silíceas	Arenas Vegetal	Fina Macro-porosa	Oxidante	Corta	< 750°C	Cerámicas	500-75 BC	<i>Turó de les Abelles</i> <i>Son Ferrer</i>	Compatible
Fábrica 9	<i>Terra rossa</i>	Vegetal	Fina Macro-porosa	-	-	-	Cubierta	1000-800 BC	<i>Closos de Can Gaià</i>	Compatible
Fábrica 10	Calizas margosas	-	Fina-Media	-	-	-	Cubierta Adobes	400-75 BC	<i>Turó de les Abelles</i> <i>Puig de Sa Morisca</i>	Compatible
Fábrica 11	Marga	¿Mezcla arcillas?	Fina	-	-	-	Pesas	250-75 BC	<i>Turó de les Abelles</i>	Compatible
Fábrica 12	Marga	Calcita (<10%) Chamota	Media Micro-porosa	Reductora	Larga	700-850°C	Cerámicas	1700-1500 BC	<i>Closos de Can Gaià</i>	Compatible

Fábrica 13	Graníticas	-	Media	Reductora	Larga	<925°C	Cerámica	¿?	<i>Closos de Can Gaià</i>	No Compatible
Fábrica 14	Margas	Brechas/calizas Vegetal	Gruesa/media Macro-porosa	Reductora Oxidante	Corta ¿Larga?	<700°C	Cerámica	400-300 BC	<i>Puig de Sa Morisca</i>	Compatible
Fábrica 15	Margas	Chamota Vegetal	Media Macro-porosa	Reductora	Corta	<650°C	Cerámica	400-300 BC	<i>Puig de Sa Morisca</i>	Compatible
Fábrica 16	Silíceas	Arenas Calizas	Fina Compacta	Oxidante Reductora	Corta Larga	<750°C	Cerámica	1100 BC 200-75 BC	<i>Puig de sa Morisca</i> <i>Turó de les Abelles</i> <i>Son Ferrer</i>	Compatible

Cuadro 65. Resumen de las Fábricas establecidas según el tipo de arcilla, desgrasantes, textura y estrategia de cocción (tipo de atmósfera, duración de la cocción y temperatura). Se señala el tipo de material, cronología y yacimientos asociados así como el grado de compatibilidad con la geología local.

Cuadro 66. Matriz factorial de las propiedades físicas de los distintos desgrasantes dentro del proceso de fabricación y la configuración de fábricas.

		Calcita	Vegetal	Calcarenitas	Cuarzo-arenas	Chamota	Calizas
Fabricación	Aumenta el agua de absorción	No	Si	No	No	No	No
	Disponibilidad de materia prima	Restringido	Abundante	Restringido	Restringido	Abundante	Abundante
	Facilidad de preparación de materia prima	Machacado	Triturado	Machacado	Sin preparación	Machacado	Machacado
	Necesidad de un perfil especializado	Si	No	Si	No	No	Si
	Evita contracción y pérdida de peso en secado	Si	No	Si	Si	Si	Si
	Aumenta porosidad abierta	No	Si	No	No	No	No
	Aumenta porosidad interna	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Emite calor durante la descomposición	No	Si	No	No	No	No
	Descomposición crítica para la pieza	Si	No	Si	No	No	Si
Favorece cocción	No	Si	No	No	No	No	

Finalmente, para confirmar la validez de las fábricas establecidas empíricamente se ha realizado un *Análisis de Componentes Principales* con las principales variables diagnósticas utilizadas para establecer las distintas Fábricas. Como puede observarse, el Componente 1 explica el 56,5% de la varianza con unas contribuciones altas ($>.7$) de las variables % calcita, % CaO y % Mineral que presentan una correlación positiva y, al parecer, vinculada con la adición de carbonatos a la pasta. En este mismo componente, se observa una correlación negativa entre las variables señaladas y el porcentaje de materia vegetal (-.585) y de cuarzo (-.842). El Componente 2 explica un 20,1% de la varianza llegando ambos componentes a una varianza acumulada del 76.6%. En este componente, la variable claramente predominante sobre el resto es % de Fe_2O_3 con una correlación superior al .7. El resto de las variables de este componente presentan correlaciones con unos valores poco significativos. En definitiva, los componentes 1 y 2 explican cerca del 77% de la varianza de los datos serán, por lo tanto, estos dos primeros componentes los que muestren un mejor agrupamiento de los datos.

Si se contempla la dispersión de los datos en base a las puntuaciones obtenidas en los componentes 1 y 2 en función de las fábricas establecidas se observa que a *grosso modo* las agrupaciones generadas anteriormente concuerdan bastante bien. Sin embargo, podemos señalar la existencia de ciertos solapamientos entre fábricas, como la Fábrica 1 y 3 en el análisis ACP, probablemente ello se deba a que este análisis se basa en datos puramente numéricos cuando nosotros hemos incorporado también en la clasificación empírica realizada ciertos aspectos cualitativos de las pastas, como los datos petrológicos y las temperaturas de cocción, que no aparecen registrados en el subsiguiente análisis. En todo caso, las distintas agrupaciones obtenidas apoyan la clasificación establecida y se relacionan con vasijas de distintas cualidades según el proceso de fabricación seguido. Las diferencias entre las piezas resultan además claras, como puede observarse en los gráficos de dispersión, en base a las concentraciones de CaO, Fe_2O_3 y materia vegetal, éstos parámetros constituyen mayoritariamente aquellas variables que permiten discriminar entre una gran parte del registro analizado.

Producción cerámica y cadena operativa de fabricación

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3,391	56,510	56,510
2	1,208	20,129	76,638
3	,817	13,609	90,247
4	,421	7,021	97,268
5	,096	1,608	98,876
6	,067	1,124	100,000

	1	2
% Fe ₂ O ₃	-,439	,733
% Calcita	,870	,428
% CaO	,918	-,055
% Mineral	,740	-,200
% Vegetal	-,585	,451
% Cuarzo	-,842	-,490

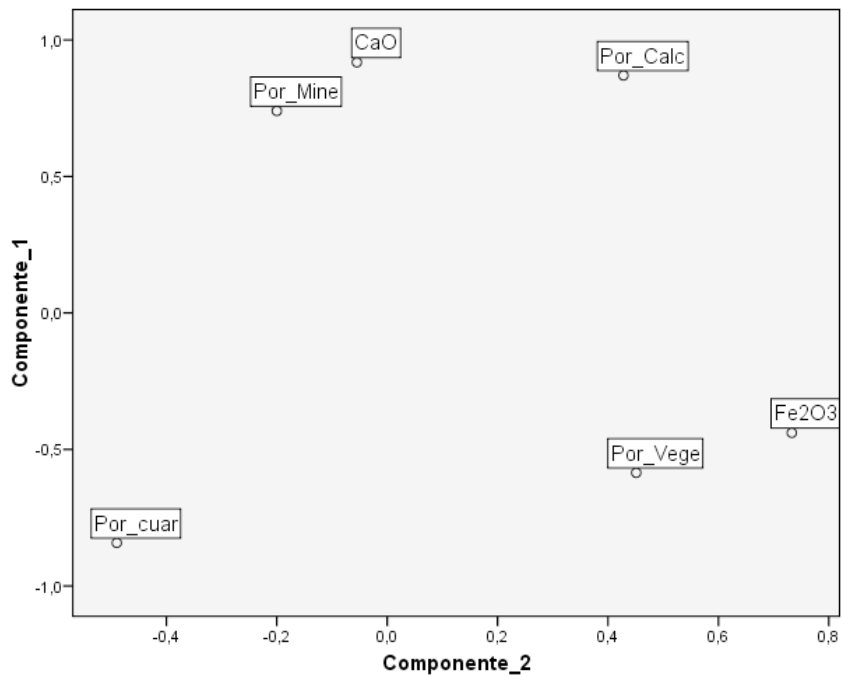


Figura 318. Dispersión de las variables contempladas en el análisis ACP en el primer y segundo componente.

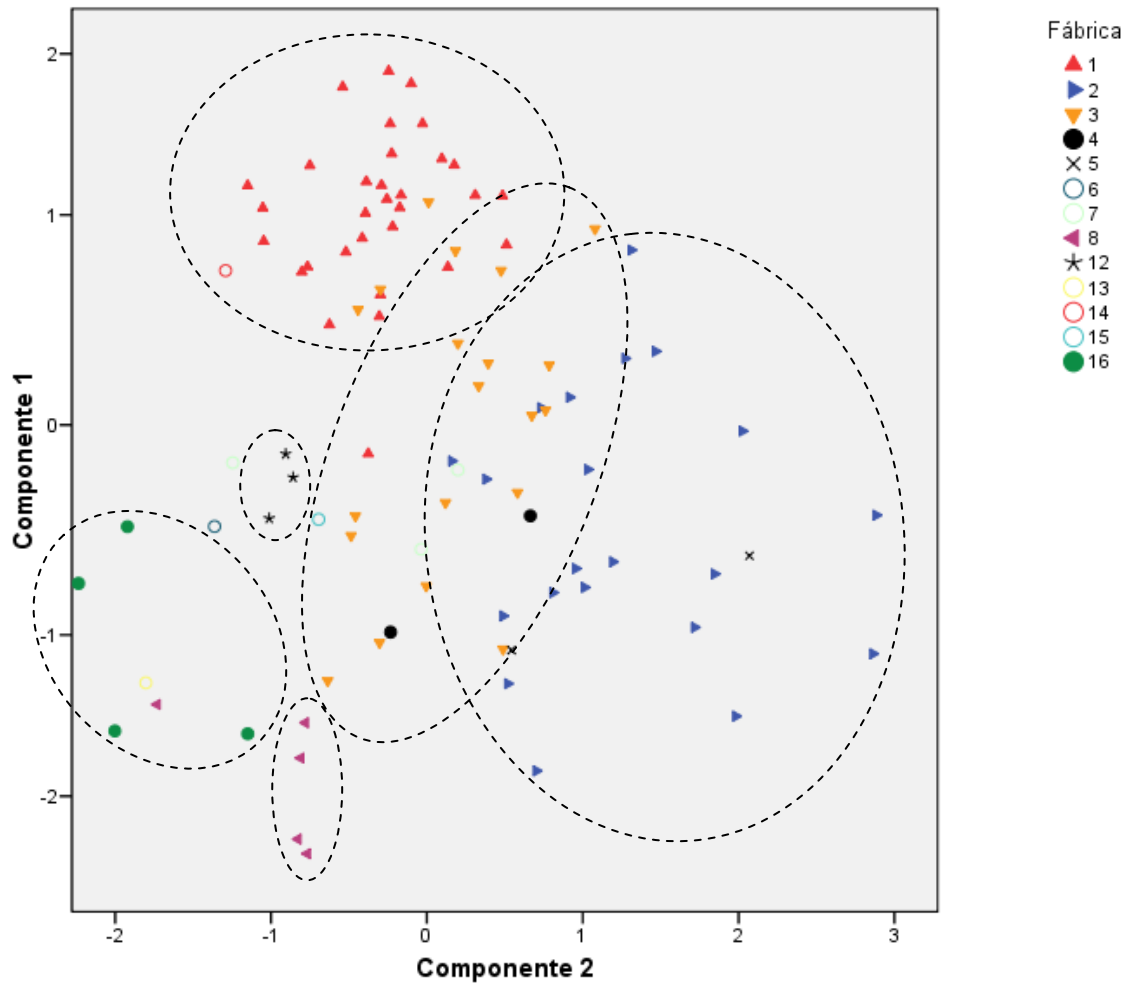


Figura 319. Gráfico de dispersión mostrando la distribución de los distintos casos según las puntuaciones obtenidas en los componentes 1 y 2 y las distintas fábricas. A pesar de existir cierto solapamiento, en círculo discontinuo se señalan las principales tendencias que se observan dentro de cada una de las principales fábricas establecidas.

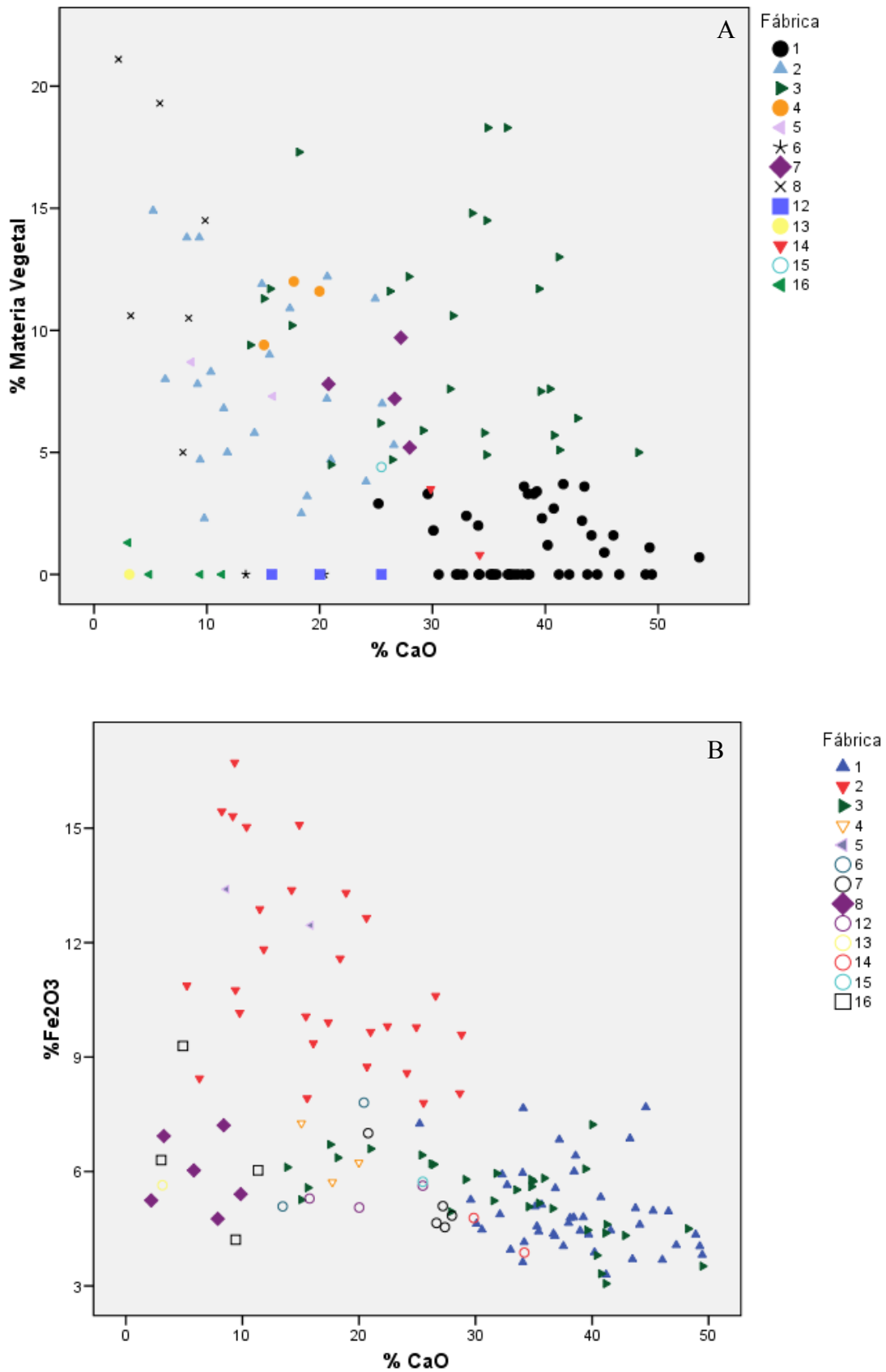


Figura 320. Gráficos de dispersión mostrando la distribución de las distintos casos en base a la fábrica y según A) % de CaO y % Vegetal, observar la diferenciación entre la Fábrica 1 y 3% y B) % CaO y % de Fe_2O_3 , observar la distinción entre las Fábricas 1 y 3 con la Fábrica 2.

24.2. Propiedades físico-químicas de las pastas.

Las técnicas, los procedimientos y los materiales utilizados en la confección de la cerámica determinan el tipo de producto final obtenido y, por tanto, las propiedades físicas de la pasta y de las piezas. Esta premisa teórica ha dado lugar, desde los años 80²⁰¹, a toda una corriente de análisis de las pastas cerámicas denominada en el mundo anglosajón “*Science-based material approach*” que se centra en las propiedades físico-químicas de los materiales que fabrican los artesanos. Los materiales, si bien pueden tener una significación peculiar dentro de cada cultura, presentan, en términos científicos, rasgos universales inherentes a su propia naturaleza. En consecuencia, un mismo material, bajo unas mismas condiciones, se comportará igual independientemente del espacio y del tiempo en el que se ubique. Desde este punto de partida, mediante el estudio de las pastas y de la experimentación con distintos tipos de materiales y a partir del establecimiento de modelos universales, se pueden conocer las cualidades físico-químicas de las vasijas.

El análisis de las propiedades físicas de la pasta permite valorar las cualidades que pueden tener los productos producidos por los alfareros. Con esta finalidad, se suelen consignar una serie de variables muy concretas relacionadas con determinados comportamientos físicos de la cerámica. Este procedimiento permite identificar y evaluar aquellas variables o rasgos del producto final que definen a los materiales y que pudieron tener un mayor peso cuando el artesano diseñó y fabricó el artefacto (Bronitsky y Hamer 1986; Skibo *et al.* 1989; Schiffer 1990; Skibo y Schiffer 1987; Young y Stone 1990; Skibo 1992; West 1992; Hoard *et al.* 1995; Kilikoglou *et al.* 1998; Velde y Druc 1999; Carter 2002; Kilikoglou y Vekinis 2002; Tite 2002; Duistermaat 2007; Jordan *et al.* 2008; Hein *et al.* 2009; Müller *et al.* 2009; Alberio 2010).

En este apartado se prestará especial atención a los efectos que potencialmente conlleva la utilización de determinados tipos de pastas para configurar productos con cualidades características. Esta aproximación, basada en la clasificación de artefactos con cualidades técnicas diferenciadas, se ha creído conveniente ya que, como se ha visto, gran parte del registro aparece marcado, al menos, por una dicotomía en las pastas.

²⁰¹ Estudios experimentales pioneros que plantearon este tipo de análisis, a menudo comprendiendo la utilización de técnicas arqueométricas, son Bronitsky y Hamer 1986; Schiffer y Skibo 1987; Skibo *et al.* 1987; Skibo *et al.* 1989.

Considerar este tipo de cuestiones puede resultar muy útil a la hora de interpretar el registro puesto que la composición de la pasta y la naturaleza de las inclusiones, los desgrasantes y las arcillas pueden generar varios efectos relacionados con la funcionalidad, la tecnología y el tiempo empleado en el proceso de fabricación de las cerámicas, además de condicionar el uso social que se hace de las mismas (Christakis 1999; Maniatis 2002; Jones 2004; Arnold 2005; Andreu *et al.* 2007).

Para estudiar las cualidades de las cerámicas se establecen diversas variables, por ejemplo, la resistencia térmica, al impacto, a la abrasión, etc., relacionadas con las capacidades físicas de las pastas que pueden sintetizarse en una única matriz factorial. La utilización de una matriz multifactorial en la que se recojan ciertas propiedades potenciales de tecnologías distintas constituye una herramienta esencial para la comparación formal, cualitativa o cuantitativa, de objetos con distintos atributos tecnológicos (Prieto 1999; Pool 2000; Schiffer 2004).

Este procedimiento, basado en las cualidades de los materiales, puede ayudar a establecer hipótesis relacionadas con realidades conductuales al tiempo que no se realizan presupuestos previos sobre las decisiones que provocaron la optimización o la minimización de ciertas características específicas de los materiales. El estudio de variables determinadas entre distintas tecnologías puede permitir realizar interpretaciones que comprendan cualquier número o tipo de factores causales. Finalmente, esta matriz puede utilizarse deductivamente, con posterioridad, para valorar hipótesis derivadas de teorías previamente planteadas (Schiffer 2004). Esta base teórica constituye una herramienta muy útil para interpretar el registro, comprender y evaluar, a través del estudio de las ventajas y las limitaciones tecnológicas que presentan las cerámicas, los criterios a los que respondía la producción. Por otro lado, permite establecer algunos atributos, como la durabilidad que posee la cerámica y que tienen implicaciones en la esfera funcional y social (Jones 2004; Tite 2008).

El objetivo aquí consiste, en espera de futuros trabajos experimentales que estén completamente centrados en problemáticas concretas de la prehistoria de las Islas Baleares, en limitarnos a realizar un estudio comparativo de las cualidades de aquellas fábricas constatadas mayoritariamente en el registro analizado. De este modo, se van a tratar de definir sus características y propiedades físicas básicas a partir de los resultados extraídos de diversos estudios experimentales disponibles que se centran en materiales muy parecidos a los estudiados.

24.2.1. Resistencia al choque térmico.

Las cerámicas son, en comparación con otros materiales, malas conductoras de la energía calorífica y los cambios bruscos de temperatura que experimentan los materiales causan un calentamiento diferencial en la pasta de modo que la pared externa de la vasija se calienta y enfría más rápido que la interna. Existe un pequeño retardo en la transmisión de la temperatura a través de la vasija, cuanto más acusado es este retardo en el reparto de la temperatura más se acrecienta la diferencia térmica entre las paredes de la vasija y, por tanto, el shock térmico resulta más severo.

Teóricamente, como consecuencia de este fenómeno, cualquier vasija acabará rompiéndose como resultado de la aplicación de calor y del enfriamiento en fases sucesivas. Un requerimiento importante para una vasija, especialmente si ésta va a desarrollar funciones de cocina, es que soporte bien los cambios bruscos de temperatura sin que sufra ninguna rotura y, por lo tanto, no se desperdicie el contenido que se está cocinando. Bajo esta premisa, se puede decir que la resistencia al choque térmico se define como la capacidad de una vasija para comprimir y tensar sus paredes sin fracturarse o agrietarse. En este complejo proceso de fuerzas intervienen diversos parámetros físicos como la capacidad elástica de la pieza, la porosidad, el grado de homogeneidad de la pasta, la temperatura, la conductividad térmica y la expansión térmica, así como la forma de los componentes de la pasta (Steponaitis 1984; Bronitsky y Hamer 1986; West 1992: 11; Morales 2005: 44; Müller *et al.* 2009).

Todos estos aspectos combinados pueden repercutir, como señala West (1992: 11-20), en varios fenómenos:

Por un lado, en la capacidad de la pasta para evitar la aparición de fracturas. En cerámicas cocidas a bajas temperaturas se puede intentar reducir la expansión térmica diferencial de los componentes de la pasta lo que minimiza el número de grietas que se originan durante el proceso de cocción. Sin embargo, este proceso de generación de facturas es imposible de evitar en su totalidad en pastas no vitrificadas, por lo que resulta más eficiente concentrarse en evitar la propagación de las fracturas generadas. A pesar de que se generen fracturas, evitando su propagación a lo largo de las paredes, se consigue que las cerámicas se mantengan relativamente intactas y puedan ser utilizadas. Cuanto más dura sea una pasta, es decir esté cocida a más temperatura, más energía será necesaria para iniciar una fractura (Müller *et al.* 2009).

Por otro lado, en la capacidad de la pasta para evitar la propagación de las fracturas generadas. Una vez se ha iniciado una fractura en el cuerpo cerámico, su capacidad de propagación se relaciona con la energía contenida en la misma. La distancia a la que se propaga la fractura resulta proporcional a la cantidad de energía contenida en el momento en la que ésta se origina. Esta energía, que favorece que una fractura se propague, puede reducirse mediante varias soluciones que incrementan la superficie de fractura, permitiendo que la pasta absorba y reduzca parte del estrés generado. De este modo, se consiguen fracturas localizadas en los poros internos y alrededor de las inclusiones, favoreciendo zonas de fractura con crecimiento estático.

Además, a partir de la formación de fracturas secundarias, derivadas de una principal que ha chocado con un anti-plástico, se reparte la energía por diferentes partes de la matriz, impidiendo y minimizando que ésta se concentre en un sólo punto del cuerpo cerámico y reduciendo así el riesgo de colapso del recipiente. Esta propiedad de la pasta para absorber energía se denomina “resistencia a la fractura” (*toughness*). En cerámica prehistórica incrementar la superficie efectiva de la energía de fractura (*effective fracture surface energy*) constituye la mejor forma de incrementar la resistencia de la pasta ante el shock térmico.

Para actuar sobre estos parámetros se debe considerar, por tanto, el material de partida con el que se realizan las piezas, especialmente si van a exponerse al fuego, algo de lo que muchos alfareros son conscientes, realizando, en consecuencia, una estrategia discriminante hacia ciertos recursos y desgrasantes. Por un lado, en algunos casos existe un claro rechazo hacia la utilización de arcillas calcáreas para la fabricación de este tipo de piezas. Por ejemplo, en las cerámicas de cocina de la Edad del Hierro de Galilea (Shoval *et al.* 2006) o en cerámica tardo-romana del norte de Siria (Howard 1982; Schneider *et al.* 2007), los alfareros prefieren, normalmente, utilizar arcillas refractarias no calcáreas o poco calcáreas para fabricar una cerámica densa, impermeable y estable a la hora de entrar en contacto directo con el fuego. Este tipo de soluciones permiten obtener pastas capaces de soportar procesos repetitivos de enfriamiento y calentamiento sin sufrir roturas, aumentando la durabilidad de las vasijas (West 1992: 27). El mismo proceso se constata también a nivel etnográfico en *Pòrtol* (Mallorca), donde la cercanía a los recursos arcillosos utilizados exclusivamente en cerámica de cocina han condicionado incluso el patrón de asentamiento de la comunidad alfarera que allí se ubica (Albero y Puerta 2009).

Dentro de la composición de los materiales seleccionados para fabricar cerámica resistente al choque térmico tiene también gran importancia la textura que muestran las materias primas. De esta manera, en pastas con texturas gruesas, el abundante desgrasante mineral previene de la rotura de la pieza a partir de un aumento de la superficie de fractura, favoreciendo la formación de microporos alrededor de las inclusiones que evitan que la fractura se extienda. Por lo tanto, la cantidad y el tamaño de los desgrasantes determinan, en gran parte, la resistencia al choque térmico.

Si se potencian pastas con abundante desgrasante de tamaño grueso, la longitud de propagación de una fractura se reduce ya que una mayor cantidad de energía es absorbida al incrementarse el diámetro, el perímetro y la longitud de las partículas. El límite respecto al tamaño y la cantidad de desgrasante que puede estar presente en la pasta lo determina, por un lado, el grosor de la pared. Si los granos son excesivamente gruesos y presentan el mismo tamaño que la pared de la vasija, la propagación de fracturas por su superficie afectará peligrosamente a la integridad de la pieza. Por otro lado, la cantidad de desgrasante irá también en relación con la maleabilidad de la pasta. Si se añade excesivo desgrasante la capacidad de modelado se verá minimizada notablemente. Por todos estos motivos debe buscarse cierto consenso y equilibrio entre parámetros como el grosor de la vasija, la maleabilidad de la pasta y la resistencia al choque térmico de la misma (West 1992: 25-27).

En definitiva, la presencia en la pasta de una gran cantidad de desgrasante mineral de tamaño grueso proporciona dureza²⁰² a la pieza y favorece la circulación de calor en las paredes de la vasija evitando la propagación de fracturas derivadas de un estrés diferencial en distintas partes de la vasija. Se puede concluir, por tanto, que en este tipo de variables la textura, especialmente la cantidad de desgrasante grueso, y la temperatura de cocción constituyen aspectos que intervienen en las propiedades físicas del material. La relación observada en múltiples comunidades de alfareros entre cerámica de pastas gruesas y actividades de cocina evidencia que existe cierta percepción universal²⁰³ de este fenómeno y, simplemente añadiendo una cantidad elevada de desgrasante mineral grueso, se obtienen productos aptos para ejercer esta función, independientemente del tipo de desgrasante usado (Steponaitis 1984; West 1992: 67; Riederer 2004).

²⁰² Aunque la dureza de la pieza depende, en gran parte, de la temperatura de cocción.

²⁰³ Desde una óptica estructuralista, donde, al margen de los procesos históricos particulares, hay estructuras cognitivas que pueden compartir los seres humanos (Dietler y Herbich 1998).

Sin embargo, a pesar de que se constata la selección de materias primas con esta textura²⁰⁴ de partida, muchas arcillas no poseen en estado natural estas características, puesto que resultan demasiado finas. De este modo, se constata como muchos alfareros añaden múltiples desgrasantes a la arcilla base con tal de mejorar el comportamiento térmico de las vasijas confeccionadas²⁰⁵.

Estudios experimentales señalan que las arcillas desgrasadas, tanto con materia mineral como vegetal, ofrecen una mejor adaptación al choque térmico que arcillas sin desgrasar. En realidad, pastas con cualquier tipo de desgrasante habrían resultado aptas para resistir al shock térmico (Schiffer y Skibo 1987), de modo que si las piezas sobreviven a la fase de cocción puede considerarse que son válidas para cocinar. Esta premisa explica, en gran medida, la amplia variedad de desgrasantes que se documentan en cerámicas de cocina, donde parece predominar la accesibilidad a las materias primas, constatándose principalmente el uso de arenas o rocas trituradas.

En Gran Bretaña se documenta el uso deliberado de cuarzo o arenas de granulometría gruesa como desgrasante para cerámicas de cocina desde el Neolítico hasta la Edad Media (Woods 1986; West 1992: 65; Tite *et al.* 2001). Este mismo comportamiento se observa en época tardo-romana en Siria (Schneider *et al.* 2007). Por otro lado, en los yacimientos de Micenas (Riley 1982; West 1992) y *Sa Mesquida* (Mallorca) (Cau 2003) se documentan desgrasantes volcánicos para desgrasar cerámicas de cocina tardo-romanas. También, más relacionado con nuestro registro, se constatan fábricas desgrasadas con calcita cristalina, por ejemplo, en las cerámicas fabricadas con arcillas refractarias de *terra rossa* de la Edad del Hierro en Galilea (Shoval *et al.* 2006), durante el Neolítico en el Sureste de Italia (Muntoni *et al.* 2009) o en cerámicas de cocina tardo-romanas del norte de África (Bonifay 2007). Etnográficamente, en Tícul (Yucatán) se añade calcita macrocristalina exclusivamente a las cerámicas de cocina (West 1992: 65).

Por otro lado, también en estrecha relación con las fábricas anteriores se constatan producciones de cocina que añaden concha machacada o rocas calizas en vasijas prehistóricas de Norteamérica, en áreas del río Misisipi y de Missouri (Skibo 1992; Stepoinatis 1984; Hoard *et al.* 1995; Feathers 2006).

²⁰⁴ Por ejemplo, los alfareros de Durazno, Quinua y Swat muestran preferencia por seleccionar arcillas con arena gruesa y con abundantes inclusiones de partida para la cerámica de cocina (Arnold 2000).

²⁰⁵ Por ejemplo, en Tícul se documentan algunos alfareros que usan la misma arcilla para piezas destinadas o no al fuego, pero usan diferentes desgrasantes dependiendo de la función que tendrá la pieza (Arnold 2000).

Finalmente, en Pakistán la cerámica de cocina presenta una pasta en la que se constata la mezcla de chamota y cuarzos como desgrasante, en este caso, los desgrasantes se distribuyen diferencialmente en función de las distintas partes que componen la vasija (Spataro 2004).

Hay varios factores que deben considerarse al evaluar las cualidades de los desgrasantes introducidos por los artesanos. Estos materiales presentan diferentes propiedades físicas, limitando o expandiendo el estrés térmico que experimentan las cerámicas al ponerse en contacto con el fuego y propiciando o evitando la aparición y la propagación de fracturas en la cerámica.

a) Expansión térmica.

Los materiales que forman parte de la pasta cerámica responden de forma diferente a la aplicación de calor, lo que repercute en distintos grados de dilatación y contracción que derivan en una tensión diferencial en el cuerpo cerámico²⁰⁶. Si bien las distintas arcillas tienen un coeficiente de expansión térmica muy parecido, los antiplásticos pueden presentar coeficientes diferenciales respecto a la matriz, contribuyendo a aumentar las fuerzas que circulan por la cerámica y propiciando inevitablemente, por un lado, la aparición de fracturas y, por otro, la propagación de las mismas por la pared. La energía presente por la matriz será proporcional al coeficiente de expansión térmica de los minerales.

La utilización de desgrasantes como la calcita cristalina o la concha, que tienen un coeficiente de expansión térmica muy semejante al de la arcilla, pueden reducir el riesgo de fracturas por expansión diferencial de los materiales de la pasta. Lógicamente, estos desgrasantes suelen utilizarse en áreas donde resultan muy abundantes. Otros carbonatos, como las rocas calizas, que tienen igual expansión térmica que la calcita de fractura y que resultan más comunes en el medio natural no suelen usarse para desgrasar cerámicas de cocina ya que éstos reaccionan a temperaturas más bajas.

²⁰⁶ En la industria actual suele ser común buscar intencionalmente una reducción del coeficiente de expansión térmica a partir de un ajuste de los componentes que forman parte del cuerpo cerámico mediante la aplicación de altas temperaturas y la formación de una masa vítrea que evita la aparición de grietas en la vasija (West 1992: 13).

La chamota²⁰⁷, al estar compuesta de arcilla, también tiene un coeficiente de expansión térmica bajo, pero al estar compuesta de filosilicatos permite que las fracturas atraviesen al desgrasante disminuyendo su efectividad para reducir la propagación de fracturas en caso de no presentar las cerámicas trituradas y añadidas cierta cantidad de anti-plásticos. Por otro lado, otros minerales, muy minoritarios en la mayoría de muestras analizadas, como el cuarzo tienen un alto índice de expansión térmica al producirse un cambio de fase a 573 °C. Si este mineral está en altas cantidades en la pasta puede provocar tensiones graves en la pieza que originarán un alto número de fracturas en las pastas (Williams 1982; Steponaitis 1984; Gibson y Woods 1990: 34-35, 112, 256; West 1992: 13, 114; Hoard *et al.* 1995; Calvo *et al.* 2004, Arnold 1985; Ortega *et al.* 2005; Shoval *et al.* 2006; Tite 2008).

b) Morfología de los desgrasantes.

Un aspecto relevante a la hora de reducir el shock térmico lo constituye la morfología de los desgrasantes. Los desgrasantes más eficientes a tal efecto son aquellos que tienen forma laminar, como las micas²⁰⁸. En nuestro caso, se ha podido constatar su presencia en la amplia mayoría del registro analizado, pero en un tamaño y cantidad (<2%, 100 µm) que permiten asegurar que intervienen poco en el ámbito físico de la pasta. En cambio, deben considerarse como más relevantes los efectos de otros desgrasantes minerales mucho más abundantes en las pastas documentadas, como la calcita cristalina, las rocas calcáreas, la chamota y las arenas. Por ejemplo, una importante diferencia entre los desgrasantes deriva de la forma de las partículas y su orientación a lo largo de la pared de la vasija. Los granos de chamota o cuarzo son normalmente equiaxiales y, por tanto, no presentan una orientación preferencial en la matriz. Sin embargo, al igual que sucede con la concha, la calcita cristalina o las micas presentan una forma más laminar y unos ángulos muy pronunciados que favorecen la orientación²⁰⁹ de los granos paralelamente a las superficies de la vasija.

²⁰⁷ Si bien este desgrasante mejora muy poco la resistencia al shock térmico su utilización se constata en en cerámicas de cocinas de muchas sociedades, lo que indica una gran importancia del componente cultural en su elección tecnológica (Rye 1976: 116; West 1992: 142).

²⁰⁸ Las micas se utilizan para cerámica de cocina en múltiples sociedades etnográficas de Norteamérica (West 1992: 29-43).

²⁰⁹ Como se señaló, esta orientación se produce a raíz del modelado y el amasado de la pasta que alinea los desgrasantes perpendicularmente a la superficie (Capel y Delgado 1978; Gibson y Woods 1990: 210-213; Velde y Druc 1999: 159-161; Riederer 2004; West 1992: 20).

Esta morfología de los desgrasantes aumenta el área de superficie sobre la que descargar la energía de las fracturas. Ello proporciona pastas con una mayor resistencia a la propagación de fracturas en comparación con aquellas en las que abundan granos equiaxiales. Ello se debe a que las fracturas causadas por shock térmico comienzan usualmente desde la superficie de la vasija y se propagan por la pared de la vasija hacia el interior utilizando las vías menos resistentes de la misma. De esta manera, las fracturas requieren de menos energía para rodear las inclusiones que para atravesarlas por lo que los desgrasantes laminares o alargados actúan como una barrera ante la propagación. La presencia de desgrasantes minerales alargados o prismáticos minimiza los puntos de expansión de fracturas dentro del cuerpo de la cerámica y, en definitiva, favorece la obtención de piezas que tienen una mayor durabilidad que otras confeccionadas con pastas que utilizan chamotas o arenas como anti-plástico principal (Steponaitis 1984; West 1992: 19-25; Müller *et al.* 2009).

c) Porosidad de la pasta.

La resistencia al choque térmico de la cerámica depende también, en gran medida, del tamaño, la forma y la distribución de los poros en la pasta. La presencia de microporos alargados de pequeño tamaño, ocasionados por la contracción de la arcilla durante el secado, pueden ayudar a canalizar las posibles fracturas surgidas por el estrés al que es sometida la pieza durante su calentamiento ya que éstas acaban descargando su energía en los desgrasantes. De todas formas, para cerámicas de cocina, que necesitan una buena conductividad calorífica y cierta resistencia al choque térmico, no es recomendable que las pastas sean muy porosas y que los poros conecten con el exterior. Ello reduciría la efectividad calorífica de la pasta y la resistencia al choque térmico. Por otra parte, las piezas que tengan las inclusiones orientadas perpendicularmente hacia el lugar de propagación de la fractura, es decir, paralelas a las paredes de la vasija, tendrán más resistencia al choque térmico, aunque verán reducida su efectividad calorífica. Hay que señalar que los poros demasiado largos, especialmente aquellos que cubren casi la totalidad de la pared cerámica, son poco adecuados para vasijas de cocina ya que se reduce la longitud de fractura necesaria para resquebrajar la pasta. Finalmente, indicar que los abundantes poros originados por la combustión de materia orgánica utilizada como desgrasante, como los constatados en varias fábricas, resultan poco efectivos a la hora de desviar la energía de propagación hacia fracturas secundarias por lo que estas

pastas son limitadas a la hora de evitar la propagación de las fracturas (Steponaitis 1984; Velde y Druc 1999: 159-161; Gibson y Woods 1990: 256; Skibo 1992; West 1992: 18-25).

d) Temperatura de cocción.

En lo que se refiere a la temperatura cocción, se constata como piezas con abundante desgrasante y cocidas a baja temperatura poseen una gran resistencia al choque térmico (Müller *et al.* 2009). En definitiva, un alto número de las fábricas constatadas habrían tenido buena resistencia al choque térmico, especialmente las que presentan abundante mineral como cuarzo, chamota, calcarenitas y otras rocas calcáreas y, especialmente, calcita cristalina.

Se documentan algunas producciones (Tite *et al.* 2001) en las que se observa calcita añadida en toda la cerámica de cocina en cantidades que superan el 30%, independientemente del tipo de arcilla utilizada. Esta solución proporciona gran resistencia a las piezas y previene, por su bajo índice de expansión térmica, la aparición y posterior propagación de fracturas en la pieza como consecuencia de enfriamientos y calentamientos muy rápidos (Arnold 1985). También previene del encogimiento y de la generación de fracturas en piezas realizadas con arcillas muy plásticas como las esmectitas (Shoval *et al.* 2006). Como indicaron los experimentos de Müller *et al.* (2009) la resistencia a la fractura de la pieza se incrementa correlativamente con la cantidad de desgrasante. Por otro lado, la escasa cantidad de cuarzo de tamaño muy pequeño que se ha documentado en la mayoría de las fábricas evita que un índice de expansión térmica diferencial respecto con la arcilla produzca riesgo de fracturas en las cerámicas (Stepoinatis 1984; West 1992).

Las soluciones técnicas consignadas en muchas de las cerámicas estudiadas favorecen la obtención de piezas resistentes al choque térmico en vasijas que se cuecen a muy baja temperatura <750-800 °C (Shoval *et al.* 2006). Además se ha constatado que, a bajas temperaturas de cocción, y en comparación con otros desgrasantes de origen metamórfico, las fábricas con calcita proporcionan cerámicas más compactas, resistentes al estrés mecánico²¹⁰ y al choque térmico (Maniatis *et al.* 1981; Tite *et al.* 1982; Calvo *et al.* 2004; Palomar 2005: 355).

En arcillas calcáreas, como las constatadas en la mayor parte del registro analizado, la cantidad de desgrasante debería ser de un 20% y la temperatura de cocción debería situarse entre 950-1100 °C para alcanzar la dureza ideal en este tipo de pastas (Steponaitis 1983 y 1984; Tite *et al.* 2001). Sin embargo, estas temperaturas son excesivamente altas y se alejan de los datos que se han podido constatar a partir del análisis de la temperatura de cocción estimada en las piezas analizadas. Las cerámicas cocidas a bajas temperaturas tienen una menor resistencia al choque térmico que otras cocidas a alta temperatura y, por lo tanto, son más vulnerables. De todas formas, éstas continúan siendo eficientes si poseen al menos un 20% de desgrasante mineral y han sido cocidas a 750-800 °C (Bronitsky y Hamer 1986; Skibo *et al.* 1997).

Sin embargo, la utilización de cocciones a bajas temperaturas tiene ciertas ventajas en cerámicas ya que disminuye la rigidez de la pasta, evitando la aparición de fracturas. Como se ha señalado, la parte de la vasija que está en contacto con el fuego se expande más rápido que la parte interna debido a la circulación diferencial del calor por la pared, lo que provoca la aparición de fracturas en la pared interior y, en casos graves, la rotura de la pieza. Cocciones a bajas temperaturas proporcionan pastas porosas y sin vitrificar²¹¹, lo que otorga cierta capacidad de torsión y de contracción repetida a la pasta sin que la vasija sufra daños severos (Gibson y Woods 1990: 256).

²¹⁰ La resistencia mecánica consiste en “... *il peso, ripartito per unità di superficie, necessario per provocare la rottura di un dato materiale*” y está altamente determinada por el grado de compactidad de la pieza, siendo ésta más resistente cuanto más compacta (Cuomo Di Caprio 1984: 49-50).

²¹¹ Las pastas vitrificadas son rígidas y no se contraen adecuadamente ante la expansión y contracción de la pared al calentarse (Gibson y Woods 1990: 256).

a.5) Tipología.

Una vez analizadas las pastas, así como los procesos tecnológicos más indicados y vinculados con nuestros datos, se deben abordar ciertos aspectos tipológicos que también favorecen productos más adecuados en lo que se refiere a la maximización de la resistencia al choque térmico (Hein *et al.* 2009). Determinadas tipologías en las que el desarrollo del cuerpo sigue una curva continua, como las vasijas de base hemiesférica o las ollas globulares, pueden reducir eficientemente el riesgo de fracturas derivadas de las contracciones ocasionadas como consecuencia de la temperatura.

Los puntos de unión en ángulo en el cuerpo cerámico son puntos susceptibles de rotura, puesto que éstos concentran gran parte del estrés que sufren las piezas (Gibson y Woods 1990: 34, 256). En este sentido, vasijas con esta tipología tendrán más posibilidades de fracturarse por estos puntos de unión como consecuencia del choque térmico.

A pesar de esta premisa, existe un reemplazo generalizado, en las Islas Baleares, y esencialmente desde el Bronce Medio (Guerrero *et al.* 2007c), de bases curvas por bases planas que probablemente habría afectado a la capacidad de las cerámicas de cocina y a su durabilidad. Esta sustitución de las formas, común en el mundo cerámico, se ha relacionado con un desconocimiento técnico por parte de los artesanos de los efectos térmicos que conllevan la utilización de bases de determinadas tipologías. Este cambio tipológico de la cerámica se ha relacionado más en la prehistoria con cambios en los hábitos, los gustos y los estilos de vida (Gibson y Woods 1990: 34) que con una conducta intencionada de los alfareros en vistas a maximizar la funcionalidad de las vasijas de cocina.

24.2.2. Efectividad calorífica.

Otra cualidad que resultaría deseable en la cerámica, especialmente si ésta va a utilizarse para calentar contenidos, es la efectividad calorífica y la conductividad térmica. De este modo, se hace referencia al reparto más o menos homogéneo del calor por la pasta y a la intensidad de calor que se produce por la totalidad de la vasija, así como a la velocidad a la que éste se propaga por la pieza (Morales 2005: 47).

En lo que se refiere a la transmisión de energía calorífica con fuego y en hogares debemos considerar especialmente la propagación térmica por conducción donde *“il calore si propaga per conduzione trasmettendosi da molecola a molecola attraverso di mezzi materiali...in un mattone il calore si propaga per conduzione dalla superficie esterna alla parte centrale; in due mattoni attigui si propaga per contatto tra le due superfici”* (Cuomo Di Caprio 1984: 127).

La efectividad calorífica de una cerámica resulta vital a la hora de posibilitar el empleo de determinadas técnicas culinarias y resulta un aspecto poco tratado experimentalmente (Hein *et al.* 2009). Determinar si una cerámica es capaz de hervir o no, el tiempo que tarda en alcanzar el punto de ebullición, así como la cantidad de combustible consumido para conseguir este propósito, pueden constituir aspectos relevantes en el plano tecnológico.

Ello puede afectar a múltiples aspectos de la vida cotidiana, desde a la forma de preparar los alimentos hasta la posibilidad de limitar o expandir la gama de alimentos disponibles para consumo humano. Formas de preparación que utilizan el vapor o el hervido se utilizan en múltiples sociedades con el objetivo de reducir y eliminar las toxinas²¹² presentes en muchos alimentos animales y vegetales que no podrían consumirse sin realizar previamente estas operaciones. Puede sugerirse que el uso de determinadas formas de preparación de alimentos, que requieren de la utilización de cerámicas, puede incrementar la calidad y la esperanza de vida de las personas expandiendo el rango de recursos potencialmente utilizables. Ello puede favorecer incluso, en última instancia, cambios demográficos (Wright 1991: 206).

Las variables de la pasta que influyen decisivamente en la efectividad calorífica de las piezas son la temperatura de cocción, la porosidad y el grosor de las paredes de la pieza (West 1992: 12; Hoard *et al.* 1995; Morales 2005: 195; Hein *et al.* 2009). Éstos son aspectos que están fuertemente influenciados por el proceso de fabricación de las vasijas implicando al tipo de arcilla utilizada, los desgrasantes, las técnicas de modelado, la temperatura de cocción y los tratamientos de superficie. Finalmente, también la textura de las piezas influirá en esta variable *“...the effective thermal conductivity is affected also by the spatial distribution and the shape of the individual phases”* (Hein *et al.* 2009: 16).

²¹² El uso de estas técnicas culinarias es eficaz para esterilizar alimentos contaminados con bacterias y hongos. Para un uso detallado de ejemplos etnográficos donde se utilizan formas de preparación sobre productos tóxicos ver Arnold 1985: 129-136.

Debe existir cierto equilibrio en el grado de porosidad, pues éste no debe ser demasiado alto ni demasiado bajo, ya que la conductividad térmica por la pared de la pieza es menor si la pieza es muy porosa. El calor se transmite de una superficie a otra a lo largo de la vasija y a través de los poros. Este proceso se realiza, fundamentalmente, siguiendo los poros internos de la cerámica, especialmente cuando éstos están interconectados entre sí. En pastas excesivamente porosas, en las que los poros están conectados con las superficies y la matriz está peor conectada entre sí, se debe calentar primero el contenido que se filtra y circula por las paredes de las vasijas antes de llegar a calentar el del interior de la pieza reduciéndose, por tanto, su efectividad calorífica. En todo este proceso interviene también la morfología de los poros puesto que éstos pueden actuar como barreras a la hora de propagar el calor (Hein *et al.* 2009; Müller *et al.* 2009).

Este aspecto explica el rechazo existente hacia la utilización de pastas calcáreas cocidas entre 800 y 950 °C para fabricar cerámicas de cocina. En este tipo de estrategias de cocción gran parte de la calcita presente en la pasta reacciona, dejando una alta cantidad de vacuolas o poros que conectan con el exterior, reduciéndose la efectividad calorífica de las piezas. Por otro lado, se ha podido observar, en algunos de los experimentos realizados en este trabajo, cómo la adición de desgrasante vegetal habría incrementado la porosidad interna y externa de las pastas. Mientras, la adición de calcita aumenta sensiblemente, y exclusivamente, el porcentaje de microporos respecto a las arcillas en crudo (Albero 2010).

Coincidimos con algunos autores que señalan que la adición de materia orgánica incrementa la porosidad, formando poros alargados en la pasta lo que, *a priori*, puede parecer que favorece la conductividad de calor por la pasta. Sin embargo, la cantidad de poros abiertos que se generan habrían comprometido estos beneficios. Ello explica por qué todos los experimentos consultados determinaron que la adición de arenas o calcita cristalina permite una mayor eficiencia en esta variable al reducir la porosidad abierta e incrementar la microporosidad de las pastas. Además, las pastas cocidas a bajas temperaturas que presentan calcita serán más efectivas caloríficamente que las que presentan materia orgánica ya que permiten la consecución de paredes más delgadas durante el modelado (Hoard *et al.* 1995).

En definitiva, ambas pastas pueden favorecer la efectividad calorífica de las arcillas en crudo al incrementar la microporosidad. Por otro lado, se ha argumentado que mediante la combinación de pastas vegetales con arenas u otros desgrasantes minerales se podría reducir sensiblemente los inconvenientes que presentan las pastas orgánicas en cuanto a su eficiencia térmica. El resultado sería mejor que el conseguido utilizando arcillas naturales con pocas inclusiones. De todas formas, hay que concluir que, para esta variable, las pastas con más desgrasante mineral serían potencialmente las más adecuadas (Schiffer y Skibo 1987; Skibo 1992).

De todos modos, y ante el uso generalizado de pastas muy orgánicas en el registro cerámico, muchos investigadores opinan que las pastas vegetales pudieron utilizarse como cerámica de cocina a pesar de no ser las más efectivas para esta actividad. Además del problema de la excesiva porosidad abierta, la utilización de materia orgánica supone también un aumento del grosor de las paredes de la pieza. El grosor de la pared de la vasija influye en la efectividad calorífica, cuanto más fina es la misma más rápida e intensamente se propagará el calor por el cuerpo y la superficie de la cerámica. La reducción del grosor de la pared de la vasija favorece su efectividad calorífica, especialmente si la pasta está compuesta de desgrasantes refractarios, como el cuarzo (Olatexea 2000).

Algunos experimentos constatan que las cerámicas con desgrasantes minerales, por ejemplo arenas, son más efectivas térmicamente ya que en su interior se puede conseguir hervir agua, alcanzándose 92.4 °C en sólo 7.8 minutos. En cambio, en cerámicas con desgrasante vegetal, todos los intentos de hervir²¹³ agua resultaron infructuosos, la temperatura máxima se alcanzó en 10 minutos y fue de 86.1 °C. Ello se debe al grosor de estas pastas, a su gran porosidad y, en consecuencia, al elevado grado de absorción de agua que presentan las paredes de este tipo de pastas, donde el líquido debe evaporarse primero de los poros del cuerpo cerámico antes de que el contenido pueda hervir. Ello demuestra que este tipo de pastas poseen escasa efectividad calorífica y consumen una alta cantidad de combustible (Schiffer y Skibo 1987; Skibo *et al.* 1989; Skibo 1992).

²¹³ Este aspecto resulta interesante ya que podemos señalar una correspondencia potencial entre cerámicas con nula o escasa presencia de desgrasante vegetal con la preparación potencial de hervidos. Precisamente, esta técnica culinaria se ha consignado a partir del estudio de la fauna de otros yacimientos talayóticos, como *Son Fornés* (Gasull *et al.* 1984).

La alta porosidad que se deriva del empleo de arcillas calcáreas o de desgrasantes orgánicos, porosidad que como se ha visto puede influir negativamente en la efectividad calorífica de las piezas, puede ser corregida mediante la aplicación de resinas naturales²¹⁴ o engobes en las superficies de las vasijas. Ello favorece que productos poco aptos, como pastas calcáreas excesivamente cocidas u otras con abundante materia vegetal sean más eficientes que las propias arcillas en bruto para esta variable. Este tipo de aplicaciones reducen la porosidad abierta de la cerámica minimizando la pérdida de calor. Por otra parte, otros experimentos han constatado que no todos los tratamientos finales de la superficie benefician a la efectividad calorífica de la pieza. Se ha constatado que algunos acabados, como el bruñido o la decoración plástica excisa, pueden perjudicar seriamente a la efectividad calorífica de la cerámica, reduciéndola significativamente²¹⁵ (Young y Stone 1990; Schiffer 1990; Schiffer y Skibo 1987; Skibo 1992; Velde y Druc 1999: 168; Tite *et al.* 2001; García Rosselló 2008: 244; Tite 2008).

Por otro lado, relacionado con este comportamiento termomorfométrico hay que señalar la utilización de bases hemiesféricas²¹⁶. La utilización de este tipo de bases podría indicar la búsqueda de una mejor eficiencia térmica del producto, aspecto que puede estar relacionado con la dieta y las técnicas culinarias. Las bases globulares tienen un mayor contacto directo con el fuego y, por tanto, una mayor efectividad calorífica y una optimización de la conductividad térmica. Resulta preferible utilizar bases redondeadas o globulares y no bases planas, especialmente si se cocina sobre un hogar delimitado con piedras. Finalmente, la propagación de calor por la vasija hace necesaria la presencia de asas o asideros en las cerámicas, preferiblemente cerca del borde, donde hay una menor concentración de calor, para poder coger la vasija cuando ésta todavía está caliente. Este rasgo, relacionado con los elementos de prensión, también resulta característico de muchas cerámicas de cocina (Arnold 1985: 145; Schiffer y Skibo 1987; Barley 1994: 33; Castro *et al.* 2003: 280; Fernández Navarro 2008; Albero y Puerta 2009).

²¹⁴ Por ejemplo los alfareros Kalinga (Filipinas) suelen aplicar resinas de pino en ambas superficies de todas sus cerámicas excepto en las de cocina, éstas últimas sólo presentan resina en el interior y el exterior del borde y el cuello (Skibo 1992). También realizan este tipo de acciones comunidades alfareras de Camerún (Gosselain *et al.* 1996).

²¹⁵ Resulta interesante señalar, por ejemplo, que las cerámicas de cocina prehistóricas procedentes de *Moundville* (Alabama) no suelen presentar tratamientos de superficie como el bruñido (Stepoinatis 1984). En cambio en Chile sí se documenta esta aplicación en cerámicas de cocina (García Rosselló 2008: 244).

²¹⁶ Varios ejemplos etnográficos de la utilización de bases hemiesféricas para cocina se pueden consultar en Arnold (1985) y Barley (1994: 33).

24.2.3. Resistencia a la abrasión.

La abrasión se produce en la superficie de la pieza cerámica cuando ésta es sometida a la acción del fuego durante un periodo de tiempo prolongado y en repetidas ocasiones. La exposición al calor provoca la erosión físico-química de la pared de la vasija que, progresivamente, va perdiendo efectividad calorífica y resistencia al choque térmico. La abrasión también se produce como consecuencia de procesos repetitivos relacionados con labores de mantenimiento de la cerámica, a partir del frotado y el raspado de las superficies durante la limpieza de la cerámica (Skibo 1992).

Este tipo de efectos negativos que reducen el tiempo de uso de la cerámica pueden minimizarse, en gran medida, a partir de la adición de desgrasante mineral a la pasta. Se ha demostrado, que la presencia abundante de cuarzo de granulometría gruesa permite a las cerámicas resistir mejor los efectos de la abrasión. Ello explica que sea habitual hallar este tipo de texturas en piezas de cocina, son cerámicas que por su función deben tener necesariamente una gran resistencia mecánica para poder utilizarse en repetidas ocasiones (Woods 1986; Tite *et al.* 2001).

Para mejorar la resistencia a la abrasión se puede añadir, además, el desgrasante mineral ordenado en una fracción seriada. Este tipo de ordenación favorece que los distintos granos puedan acoplarse mejor unos con otros, algo que no podría ocurrir con desgrasantes gruesos ordenados unimodalmente. De este modo, se mejora también la compacidad del producto, rebajando el grado de porosidad del mismo (Cuomo Di Caprio 1984: 50).

Por el contrario, las pastas con materia vegetal son muy susceptibles de ser abrasadas por este tipo de procesos, incrementando incluso los niveles de abrasión obtenidos en las propias arcillas sin desgrasar. Las cerámicas de cocina confeccionadas con desgrasante vegetal, si bien habrían podido ser utilizadas para desarrollar determinadas técnicas culinarias, habrían visto sustancialmente reducida su vida de uso. Ello se debe especialmente a la alta porosidad que presentan, que favorece la penetración en la pasta de agentes químicos corrosivos procedentes de sustancias ácidas con las que la pieza entra en contacto. En definitiva, las cerámicas que poseen mayoritariamente desgrasante vegetal poseen muy poca resistencia a la abrasión y se ven seriamente dañadas si son expuestas al fuego en repetidas ocasiones (Skibo y Schiffer 1987; Skibo *et al.* 1989).

Estas diferencias en el grado de abrasión de las pastas pueden minimizarse a medida que se incrementa la temperatura de cocción. Parece ser, que la temperatura de cocción es el parámetro más relevante para esta variable, influyendo de forma más determinante que el tipo de pasta utilizada. La temperatura de cocción debe ser suficiente para poder desarrollar eficientemente la cocción de alimentos, ya que los filosilicatos de piezas cocidas a bajas temperaturas (<550 °C) son susceptibles de neo-formarse de modo que pueden volver a alcanzar su estructura inicial.

Por un lado, este proceso de rehidratación y neo-formación da lugar a tensiones si se expone la pieza con agua en su interior al contacto del fuego durante periodos prolongados, ya que los minerales arcillosos se expandirán al hidratarse y se contraerán al deshidratarse por efecto de su exposición al calor. Por otro lado, con el paso del tiempo, los minerales de la arcilla absorberán agua ambiental de modo que pueden volver a adquirir cierta plasticidad y reconvertirse a su estado natural. Esta alteración genera un proceso abrasivo que se minimiza al aumentar la temperatura de cocción y, especialmente, cuando se inicia la vitrificación de la matriz (Gibson y Woods 1990: 34, 50; Padial 1999: 184; Núñez *et al.* 2002).

En este sentido, las pastas vegetales suelen estar cocidas a muy baja temperatura y poseen una escasa dureza, de grado 2.0-3.0 en la escala de Mohs y, por tanto, una escasa resistencia a la abrasión (Schiffer y Skibo 1987). Todo ello sugiere que, en pastas vegetales cocidas a muy baja temperatura, la resistencia a la abrasión no habría sido significativa en la elección tecnológica y en el diseño de las piezas. Por el contrario, las piezas de la Fábrica 1 presentan una cocción más larga y/o a mayor temperatura, por lo que, a falta de experimentos específicos, podemos suponer habrían tenido una mayor resistencia a la abrasión térmica.

Finalmente, hay que señalar que los efectos que causa la abrasión sobre la superficie de la cerámica pueden evitarse con la aplicación de resinas en las superficies de los artefactos. Desgraciadamente, los restos de este tipo de materias suelen desaparecer sin dejar registro. En cambio, se ha demostrado que otros tratamientos de la superficie, como los espatulados y los bruñidos, no tienen efectos positivos en lo que se refiere a la resistencia de los artefactos frente a la abrasión (Schiffer 1990; Skibo *et al.* 1997; Velde y Druc 1999: 168).

Hay otros procesos abrasivos que difieren de los que se basan en el contacto con el fuego, de este modo se hace referencia a otros procesos abrasivos que provocan tensiones internas en la cerámica, como las heladas. La humedad del ambiente que queda en los poros de la cerámica se convierte en hielo a temperaturas bajo cero. Este cambio de estado implica también un cambio de volumen, que en el caso del hielo es mayor al del agua. Este aumento de volumen causa un gran estrés en la pasta, propiciando la iniciación y la propagación de fracturas por la pared de la vasija. Si las piezas son muy macroporosas y los poros están mal distribuidos por la matriz este proceso será potencialmente más agresivo y dañino, especialmente si los poros se concentran en zonas concretas de la matriz. Ello intensifica las fuerzas generadas en puntos concretos de la pasta que resultarán más susceptibles de fracturarse. Este mismo proceso puede suceder también con sales que provengan del ambiente o bien de la migración de los contenidos de las propias cerámicas hacia el exterior a través de los poros de la pasta. Si las sales van cristalizando progresivamente en los poros y a la vez experimentan cambios de volumen pueden generarse fracturas y grietas en las paredes. Para evitar este proceso negativo las pastas deben estar bien preparadas, tener escasa porosidad abierta y cocerse adecuadamente (Morales 2005: 194).

24.2.4. Resistencia al impacto.

Esta variable resulta relevante en todo tipo de cerámicas ya que es deseable que, incluso en las cerámicas de cocina que en ocasiones se utilizan también para servir los alimentos²¹⁷, puedan resistir en cierta medida a impactos repentinos. La resistencia al impacto puede definirse como la capacidad que tiene un cuerpo sólido para resistir determinadas fuerzas aplicadas sobre puntos concretos de su superficie. La resistencia está altamente determinada por la capacidad que tienen las paredes de la pieza para contraerse y absorber la energía del impacto sin ocasionar fracturas. La resistencia al impacto, tanto si se refiere a golpes efectuados sobre la vasija o a aquellos derivados de su posible pérdida de estabilidad, resulta una variable especialmente relevante en todo tipo de cerámicas pero especialmente en las que almacenan contenidos. Si éstas se rompen fácilmente se corre un riesgo mayor de perder irreversiblemente los productos que en ellas se contienen, especialmente si éstos son de tipo líquido o semilíquido.

²¹⁷ Por ejemplo, en la cerámica de cocina del norte de África, en la nazari (Fernández Navarro 2008) o en la cerámica tradicional de Mallorca (Albero y Puerta 2009) se utiliza la cerámica de cocina también para el servicio de los alimentos cocinados.

Parece ser que las piezas con cantidades moderadas de desgrasante mineral tienen mejor resistencia a los impactos. Las evidencias sugieren que, en lo que se refiere a la resistencia a un golpe, las cerámicas con desgrasantes más finos son más resistentes a los impactos que cerámicas confeccionadas con pastas compuestas por desgrasantes gruesos (Stepoinatis 1984; Bronitsky y Hamer 1986; Christakis 1999; Kilikoglou y Vekinis 2002). Este tipo de pastas proporcionan mayor resistencia mecánica a posibles impactos que otras pastas más gruesas ya que cuanto menos anti-plásticos posea la pasta, más capacidad tendrá la matriz arcillosa para contraerse y evitar roturas (Stepoinatis 1984).

Sin embargo, se considera que el desgrasante vegetal proporciona también resultados aceptables en esta variable. Como resulta lógico, las muestras experimentales realizadas utilizando únicamente arcilla sin desgrasar fueron las más resistentes al impacto. A pesar de estas premisas, las diferencias obtenidas en piezas cocidas a bajas temperaturas (550-650 °C) son poco significativas por lo que se ha argumentado que esta variable sería, generalmente, poco relevante a la hora de confeccionar las pastas de este tipo de cerámicas.

En definitiva, esta variable está altamente condicionada por la temperatura de cocción, cuanta más alta sea la temperatura de cocción mayor dureza y rigidez tendrá la cerámica y más resistente será ésta. En cerámicas cocidas a altas temperaturas resulta más difícil generar una fractura, sin embargo, cuando ésta se origina y propaga resulta más crítica ya que la pasta tiene una menor capacidad de contracción (West 1992: 12).

Finalmente, al considerar esta variable, hay que tener en cuenta el peso del propio objeto ya que la fuerza del impacto en una caída libre está en función de su masa. La baja densidad de las pastas vegetales las hace teóricamente más débiles al impacto. También, se ha argumentado que la aplicación de engobes y pastas tipo *sandwich* puede aumentar la masa y reducir la posibilidad de rotura ante un impacto, sin embargo, estas aplicaciones no habrían afectado significativamente a la resistencia de las piezas. Finalmente, la resistencia al impacto está determinada por la morfología y la tipología de las cerámicas, las piezas que poseen puntos de unión en ángulo son menos resistentes que otras formas más curvas, como las vasijas globulares. Las uniones entre diferentes partes de la pieza representan zonas más débiles de la vasija susceptibles de fracturarse ante un golpe. Las paredes más gruesas también pueden colaborar, cuando el artefacto está estático, en reducir la posibilidad de rotura por impacto (Schiffer y Skibo 1987; Skibo *et al.* 1989).

24.2.5. Enfriamiento y conservación de alimentos.

Estos parámetros son especialmente relevantes en cerámicas que se usan para almacenar y transportar contenidos durante periodos prolongados de tiempo. En este tipo de piezas, la porosidad y la subsiguiente permeabilidad de las cerámicas permiten que el contenido fluya entre las paredes de la vasija. Este flujo de líquido favorece la evaporación ambiental del contenido emplazado en la superficie externa de la pared de la pieza, removiendo el calor y enfriando el contenido de la pieza respecto a la temperatura ambiente. Una transpiración adecuada evita la aparición de hongos o la pérdida del contenido por evaporación, manteniendo el producto fresco, en buenas condiciones de almacenamiento y alargando su periodo de caducidad. Ello supone que cerámicas relativamente porosas sean un contenedor ideal para agua y otros líquidos en climas secos y áridos o con escasa humedad relativa. Sin embargo, hay que señalar que una excesiva porosidad y permeabilidad puede resultar negativa ya que puede suponer la pérdida inexorable de parte del contenido (Arnold 1985: 139; Palomar 2005: 420).

La utilización de pastas calcáreas no implica, *a priori*, ningún problema, al contrario, su utilización proporciona cierta porosidad que favorece el mantenimiento del contenido en condiciones de conservación adecuadas. Se constata etnográfica (Albero y Puerta 2009) y arqueológicamente (Shoval *et al.* 2006) la utilización exclusiva de este tipo de pastas para confeccionar recipientes contenedores y vajilla de consumo. Cocidas a bajas temperaturas (650-750 °C), este tipo de pastas resultan aptas para favorecer la conservación de los contenidos sin objeciones.

Los estudios experimentales consultados (Schiffer y Skibo 1987; Skibo *et al.* 1989) concluyen que aplicando tanto desgrasante mineral como vegetal se obtienen resultados semejantes y satisfactorios en lo que se refiere a esta variable. Si bien, las piezas cocidas a 650 °C desgrasadas con arena resultan más permeables que las muestras vegetales, manteniendo la temperatura interna del contenido constante a 19.6 °C. En definitiva, parece ser que cerámicas con diferentes pastas pero cocidas a bajas temperaturas serían igualmente eficientes, incluso recreando ambientes de aridez asimiladas a condiciones extremas de uso.

Por un lado, debemos considerar que esta variable pudo tener poca importancia en un ambiente insular muy húmedo como el de Mallorca, ya que la evaporación del contenido y la saturación de los poros debió ser lenta y poco acusada. Las cerámicas probablemente fueron muy funcionales en este sentido.

A pesar de ello, las piezas desgrasadas con una cantidad alta de materia vegetal podrían ser, dada su alta porosidad, menos eficientes para este tipo de funciones, especialmente si los poros son abundantes y están interconectados con las superficies de la pieza.

Por otra parte, la presencia de una cantidad alta de calcita puede ser beneficiosa para conservar contenidos. La descomposición inicial de los carbonatos favorece una micro-estructura porosa que actúa del mismo modo que una pasta calcárea. Los romboedros de calcita proporcionan el mínimo de transpiración necesaria tanto para mantener contenidos de tipo líquido como agua, o sólidos, como grano (Palomar 2005: 420).

Ya se ha comentado lo contraproducente que puede resultar una excesiva porosidad y permeabilidad, el primer aspecto resulta negativo ya que supone la pérdida física de contenido, mientras, si la pasta es muy permeable, el contenido puede no transpirar adecuadamente y, por tanto, echarse a perder.

Este tipo de procesos no deseados se pueden minimizar realizando ciertas aplicaciones en base a materias inorgánicas y orgánicas sobre las superficies de las vasijas. Para sellar estos poros se pueden utilizar engobes compuestos de arcillas muy finas, así como bruñidos, minimizando el riesgo de filtraciones (Arnold 1985: 139; Velde y Druc 1999; García Rosselló 2008: 244). Otra solución consignada etnográficamente en Pakistán consiste en aplicar una capa de arena o limo en la superficie interna y externa de la base cerámica, con ello se consigue un mejor enfriamiento del contenido (Spataro 2004).

24.2.6. Transportabilidad.

A la hora de abordar las propiedades de las pastas cerámicas hay que considerar también variables relacionadas con la facilidad que éstas ofrecen para su transporte. No es lo mismo transportar vasijas a grandes distancias utilizando un medio de transporte marítimo, animales de carga o bien llevándolas las propias personas sin ningún tipo de ayuda. En caso de ser un individuo el que transporte con su energía la pieza, nuevas variables, como ha podido constatarse etnográficamente en el noreste de Ghana, pueden intervenir en el proceso de adquisición y producción, como el peso de la pieza y su facilidad de transporte.

Este aspecto es interesante contemplarlo ya que, por ejemplo, las personas usan vasijas para recoger y almacenar agua, desplazándose a pie hasta las fuentes con tal de abastecerse de este producto que debe transportarse, posteriormente, hasta el núcleo de hábitat. Cuando se aborda el tema de la transportabilidad de los materiales debemos considerar también al propio individuo, puesto que esta variable está en función del peso que pueden transportar los humanos, que rara vez excederá de los 100 kg (Arnold 1999).

En este sentido, se ha constatado que las piezas que tienen un elevado porcentaje de desgrasante vegetal, a pesar de presentar paredes más gruesas, pueden resultar hasta un 34% más ligeras que otras vasijas realizadas con la misma cantidad de desgrasante mineral. Esto se debe a la naturaleza menos pesada de la materia orgánica y a la alta porosidad que se deriva de la combustión de este desgrasante durante la cocción. De ello se desprende que las cerámicas con desgrasante vegetal son más adecuadas a la hora de hacer desplazamientos cargando la vasija y que, tal vez, la adición de materia orgánica puede haber sido significativa en función de esta variable. Este factor explica también por qué este tipo de pastas resultan mucho más comunes en comunidades nómadas o semi-nómadas, siendo más atípica su utilización en contextos cerámicos asociados a sociedades sedentarias (Schiffer y Skibo 1987; Skibo *et al.* 1989; Bollong *et al.* 1993; Sestier 2005).

24.2.7. Reflexiones finales.

Una vez abordados muchos de los aspectos físicos de la pasta que se relacionan con sus cualidades, se van a sintetizar las propiedades y se van a comparar las características que muestran las fábricas constatadas mayoritariamente en el registro. Si bien, esta aproximación debe considerarse provisional hasta que se confirmen las premisas aquí sostenidas mediante programas experimentales específicos. Hay que señalar también, como se ha comentado, que la temperatura a la que han sido sometidas las vasijas influye también de forma decisiva en muchas de estas variables, sin embargo, con la finalidad de considerar un registro más homogéneo en esta variable nos vamos a centrar únicamente en la cerámica cocida a baja temperatura que, como se señaló, supone cerca del 99% del registro analizado

Dentro de las cerámicas cocidas a baja temperatura (<800 °C) podemos considerar que las más resistentes al choque térmico, las más efectivas caloríficamente y las más resistentes a la abrasión habrían sido aquellas fábricas que poseen abundante desgrasante mineral de tamaño grueso y escaso desgrasante vegetal (Fábricas 1, 2.3, 3.3, 7, 14, 16). Dentro de éstas hay que mencionar especialmente a las Fábricas 1, 2.3 y 3.3, que poseen abundante calcita cristalina. La inclusión de este desgrasante habría resultado muy acertada para maximizar el comportamiento de las pastas en estas variables ya que presenta un índice de expansión térmica y una morfología prismática de los granos que minimiza la aparición y la propagación de fracturas. Además, la adición de este mineral en detrimento de la materia orgánica favorece la capacidad de modelar paredes más finas y la obtención de una matriz poco macroporosa y muy microporosa, aspectos que repercuten en una mayor efectividad calorífica de la pieza. Finalmente, este tipo de pastas, al ser menos porosas y presentar una ordenación seriada de los desgrasantes, habrían resultado más resistentes a los procesos abrasivos. Por otro lado, podemos argumentar que las otras fábricas que presentan abundante desgrasante mineral de origen calcáreo (Fábricas 7 y 14) o silíceo (Fábrica 16) y escaso vegetal habrían resultado, aunque en menor grado debido a la morfología equiaxial de las inclusiones, también adecuadas.

Por el contrario, habría una serie de fábricas con unos rasgos poco indicados para favorecer un comportamiento óptimo en estas variables, ya que poseen escaso desgrasante mineral y una excesiva porosidad ligada a la adición de cantidades importantes de materia vegetal. Nos referimos a las Fábricas 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4, 5, 8 y 15. Si bien este tipo de fábricas podrían haberse expuesto al fuego, su vida de uso sería teóricamente mucho más reducida y algunas de ellas no habrían resultado adecuadas para la realización de ciertas técnicas culinarias, como el hervido de alimentos.

Todas las fábricas constatadas habrían permitido obtener productos con cierta resistencia al impacto y a la abrasión. Sin embargo, diferencias en las propiedades físicas de las pastas podrían haber repercutido en el tiempo de uso potencial de las vasijas. Se puede señalar que algunas fábricas habrían mostrado más resistencia al impacto, especialmente aquellas que poseen una menor cantidad de desgrasante y, por tanto, una mayor capacidad de contracción de las pastas. Dentro de este grupo se deben situar a las Fábricas 2 (excepto 2.3), 3 (excepto 3.3), 4, 5, 8, 15 y 16.

También se pueden incluir aquellas muestras minoritarias de la Fábrica 1 y 7 que han mostrado una textura más fina, tipo GT-B1 y, especialmente, GT-C²¹⁸. Finalmente, las piezas de las Fábricas 6 y 12, que han mostrado una pasta fina cocida a mayor temperatura y con un mayor grado de compacidad, habrían resultado muy resistentes al impacto.

En lo que se refiere a la resistencia a la abrasión puede señalarse que las fábricas cocidas a mayor temperatura y aquellas menos porosas habrían resultado las más aptas para soportar procesos abrasivos como las heladas o la cristalización de sales en las pastas. De este modo, las fábricas que se han comentado como potencialmente más resistentes a los procesos abrasivos propios de la exposición repetida al fuego pueden extenderse a este apartado, mientras, las pastas con abundante vegetal y extremadamente porosas habrían resultado más problemáticas a tal efecto. Especialmente las Fábricas 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4, 5, y 8 habrían resultado inadecuadas, mostrando una menor esperanza de vida.

En lo que se respecta a la capacidad de conservación y enfriamiento podemos señalar que la amplia mayoría de pastas cerámicas podrían haber contribuido en generar recipientes contenedores de productos aptos para su uso, es decir, con cierta capacidad para conservar los contenidos. Dentro de este grupo, se puede considerar que la mayoría de fábricas presentan un grado de porosidad significativo derivado del empleo de cocciones a baja temperatura y la utilización de pastas calcáreas. Sin embargo, la porosidad de las piezas se ve aumentada además por la utilización de desgrasantes como la materia vegetal o la calcita, que favorecen la transpiración y la conservación de los alimentos.

Una combinación de los tres factores considerados: conservación del contenido, resistencia al impacto y a la abrasión, indica que las piezas desgrasadas con una cantidad moderada de mineral de tamaño medio y menos vegetal, como las piezas más finas de la Fábrica 1 y las de las fábricas 2.2., 3.3, 6, 7, 12 y 15 habrían resultado las más duraderas, al resistir mejor al impacto y a la abrasión, para ejercer de recipientes de almacenaje. Al mismo tiempo habrían favorecido la transpiración del contenido.

²¹⁸ Nos referimos a las piezas SM-470, SM-705, TSF-1100, TSF-1104, SM-138, SM-198, SM-280, SM-246.

En este grupo tenemos que señalar que las cerámicas excesivamente porosas, como la mayoría de las piezas de las Fábricas 2.1, 3.1, 3.2, 4, 5, 8, que poseen abundante vegetal, habrían resultado problemáticas para la conservación de productos. En estas piezas, una mayor cantidad de contenido de la pieza pudo perderse por medio de la evaporación, favoreciendo el sellado de los poros y minimizando a medio y largo plazo la capacidad de transpiración de las piezas. De todos modos, en el análisis de la cadena operativa, se ha documentado que los alfareros podían aplicar engobes y otros tratamientos arcillosos en las superficies de estas cerámicas con tal de minimizar los problemas de conservación y abrasión que se derivan de una excesiva porosidad abierta. Mediante esta técnica, que los alfareros conocían perfectamente, se habrían reducido los efectos negativos de este tipo de pastas. Sin embargo, debemos tener en cuenta que estas piezas habrían requerido de un mayor mantenimiento para resultar operativas y de una mayor necesidad de reemplazo.

Este tipo de pastas pueden ser beneficiosas en algunos aspectos ya que estas fábricas, extremadamente porosas, habrían resultado las más ligeras dentro del registro. A pesar de que presentan problemas para la conservación de sustancias a medio y largo plazo, habrían resultado las más indicadas para transportar fácilmente contenidos a pie, como determinados productos líquidos que deben almacenarse sólo durante un breve lapso de tiempo antes de ser gestionados y consumidos. En todo caso, estas piezas muy porosas habrían presentado una corta esperanza de vida debido a, básicamente, una mayor probabilidad de abrasión potencial. En caso de utilizarse para transporte habrían requerido de un mayor reemplazo puesto que, al estar en movimiento y más sujetas a desplazamientos, tendrían también más posibilidades de sufrir su colapso por impactos.

Cuadro 67. Matriz factorial cualitativa de las propiedades físicas de las cerámicas según el tipo de Fábrica: +++ Muy apto, ++ Apto, + Poco indicado.

	F1	F2			F3			F4	F5	F6	F7	F8	F12	F13	F14	F15	F16
		2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3										
Efectividad calorífica	+++	+	++	+++	+	++	+++	+	+	++	++	+	++	+	+++	++	++
Resistencia a choque térmico	+++	+	++	+++	+	++	+++	+	+	++	++	+	++	+	+++	++	++
Resistencia a la abrasión	+++	+	++	+++	+	++	+++	+	+	+++	++	+	++	+	+++	++	++
Transpiración del contenido	+++	+++	++	+++	+++	++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+
Evita pérdida de contenido	+++	+	++	+++	++	++	+++	+	+	+++	++	+	+++	+++	+++	++	+++
Resistencia al impacto	++	+++	++	++	+++	++	+	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++
Resistencia a abrasión	+++	+	++	+++	+	++	+++	+	+	+++	++	+	++	++	+++	++	+++
Favorece durabilidad	+++	+	++	+++	+	++	+++	+	+	+++	++	+	++	++	+++	++	+++
Favorece transporte a pie	+	+++	++	+	+++	++	+	+++	+++	++	++	+++	++	++	+	++	++
Reduce coste del mantenimiento y reemplazo	+++	+	+	++	+	++	+++	+	+	+++	++	+	++	++	+++	++	+++

CAPÍTULO 7

**ANÁLISIS CONJUNTO DE PASTA/TIPOLOGÍA:
ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y ADAPTACIÓN
FUNCIONAL**

Introducción.

Estrategias en las que se realizan asociaciones formales entre las pastas y las distintas tipologías que componen taxonómicamente el registro cerámico arqueológico, vienen desarrollándose en el estudio de cerámicas arqueológicas desde los años 80 y, desde entonces, se ha generalizado su aplicación (Renfreew 1977; Capel *et al.* 1979; Freestone y Rigby 1982; Morris 1982; Cuomo Di Caprio 1984: 17; Van As 1984; Stepoinatis 1984; Hally 1986; Woods 1986; Gibson y Woods 1990: 23; Galván 1995; Capel *et al.* 1995; Seva y Almiñana 1996; Capel *et al.* 2001; García Heras *et al.* 2001; Spataro 2002: 36; Spataro 2003; Stilborg 2003; Turbanti 2004; Banning 2005: 161, 178; Colomer Solsona 2005; Cordero *et al.* 2006; Spataro 2006; Clop 2007; Odriozola *et al.* 2009b).

Este tipo de trabajos tratan de abordar un marco más amplio de estudio que supera los propios análisis aislados de la tipología o de las pastas, implicando a las propias piezas íntegramente. La finalidad de estas investigaciones consiste en abordar un mayor grado de complejidad de las piezas cerámicas y obtener información lo más completa posible sobre las vasijas en referencia a sus procesos de fabricación, función, uso y deposición. La conjunción de técnicas de análisis centradas en abordar estas cuestiones dentro del propio estudio tecnológico de los útiles permite definir más eficientemente las diferentes variables a tener en cuenta a la hora de plantear la significación de los artefactos dentro de la sociedad.

Contemplar sincrónicamente diversos aspectos de la cerámica, como la tipología, las pastas o las técnicas de modelado, tiene múltiples ventajas, permitiendo una mayor profundización en los artefactos. Si bien analíticamente resulta necesaria esta separación, en realidad, estas tres vías de estudio se entroncan e interrelacionan en el propio objeto, donde se manifiestan simultáneamente. Este punto de vista permite, por tanto, realizar hipótesis más sólidas y complejas sobre la significación de determinadas elecciones tecnológicas y visualizar el alcance de los cambios que se originan en la producción cerámica en un sentido más global. Pero además, el tamaño y la forma de las piezas cerámicas pueden estar muy condicionados por la función de las mismas. Un acercamiento que combine el análisis tipológico con otras variables puede suponer un método apto para desentrañar la posible relación entre los rasgos de las pastas o las técnicas de modelado y la función de las piezas partiendo de una aproximación múltiple plenamente tecnológica y no exclusivamente tipológica.

En este capítulo se realiza una aproximación a la relación existente entre las pastas cerámicas y las Familias, Formas, Tipos y Subtipos establecidos en la clasificación tipológica de gran parte del registro analizado. Ello permitirá afrontar su significación en lo que se refiere a la utilización de determinadas secuencias dentro del proceso de fabricación, así como explorar el grado de variabilidad de los artefactos. Uno de los objetivos de los estudios de tecnología cerámica consiste en establecer la variabilidad y el grado de estandarización de la producción a través del análisis de las pastas o de las trazas de modelado. Si en este análisis del grado de variabilidad tecnológica se considera también la variación tipológica potenciaremos nuestra aproximación al grado de estandarización del registro. Considerar la variabilidad en las pastas y en la tipología de las piezas de forma conjunta proporciona una base más sólida desde la que hacer interpretaciones acerca del grado de estandarización y del perfil de los artesanos.

Hay que señalar que, en los estudios de tecnología cerámica, esta estrategia de análisis en la que se vinculan pastas y tipologías no se limita a informar únicamente acerca de aspectos relacionados con los procesos de fabricación y de ordenación del registro. También posibilita identificar si existe cierta adecuación tecnofuncional en la forma en la que se han desarrollado objetos semejantes formalmente con el objetivo de favorecer su utilización en actividades concretas. En definitiva, el estudio conjunto de las pastas y las tipologías permite relacionar algunos parámetros tecnológicos de la cerámica con otros funcionales.

En definitiva, el estudio conjunto de la pasta y la forma se realiza con una múltiple finalidad:

- 1) Por un lado, con el objetivo de observar la cerámica de un modo más global, en un nivel que supera el estudio independiente y aislado de las pastas y los tipos, indagando en los procesos de fabricación y organización de la producción, así como en el grado de variabilidad del registro.
- 2) Por otro lado, identificar, utilizando una metodología arqueométrica, si las características tecnológicas y físicoquímicas de las pastas cerámicas están en relación con aspectos morfométricos concretos, que a su vez pueden estar vinculados con ciertos aspectos funcionales y que pudieron incidir en los modos de fabricación de artefactos.

A continuación, en un primer apartado, se va a prestar atención a la relación entre forma y pasta, y su importancia a la hora de condicionar potencialmente los procesos de producción de las vasijas. Posteriormente, en un segundo apartado, se encauza la posible adecuación tecnofuncional de los artefactos estudiados en base a la relación pasta/tipo.

Finalmente, señalar que a la hora de vincular pastas y tipos cerámicos suele haber una escasa cantidad de individuos que se muestren aptos para abordar este tipo de enfoques múltiples, aspecto que limita este tipo de aproximaciones. Resultan pocos los casos en los que se han podido relacionar las varias dimensiones tipológico-clasificadoras con producciones y fábricas asociadas a pastas y piezas de cronologías y localizaciones concretas. Para establecer esta aproximación con todo su potencial se requiere de un registro cerámico bien contextualizado, de vasijas que presenten al menos un 75% de su perfil, así como de toda una batería de análisis arqueométricos sobre las pastas de estas piezas reconstruibles.

Se han registrado un total de 100 piezas de perfil completo o reconstituible (> 75%), posteriores al 700 BC y procedentes de los yacimientos contemplados del área de *Santa Ponça*²¹⁹, todas ellas consideradas a la hora de realizar la clasificación tipológica de la cerámica de esta zona (García Rosselló *et al.* inédito). De las 100 piezas consignadas se han podido realizar distintos análisis arqueométricos de pastas sobre 48 de estas vasijas cerámicas (Tablas 23 y 24), que constituyen la mayoría de los individuos considerados aquí para realizar el análisis basado en las variables pasta-tipología. A este número hay que sumar tres piezas de perfil completo (SM-1351, TSF-58 y TSF-59) de esta área que son anteriores a esta fecha y que se han integrado en las distintas familias, pero claramente diferenciadas como tipos independientes con una entidad crono-cultural propia. Se cuenta, entonces, con un total de 51 piezas de perfil completo para el análisis de la pasta-tipo del registro cerámico.

²¹⁹ Como suele suceder con el registro cerámico propio de estructuras navetiformes (Castro *et al.* 1997), las piezas analizadas de *Closos de Can Gaià* (Porto Colom) se encontraron altamente fragmentadas y no presentaban el grado de conservación o reconstrucción del perfil necesario para poder desarrollar una clasificación tipológica ni una aproximación tipo-pasta. De este modo, las piezas de este yacimiento no se han considerado en este análisis.

25. ANÁLISIS MORFOMÉTRICO Y DE PASTAS DEL REGISTRO CERÁMICO DEL ÁREA DE SANTA PONÇA.

Uno de los objetivos de este apartado consiste en evaluar si el tipo de artefacto que se produce, su forma y tamaño, pueden afectar y condicionar también al proceso de fabricación de las pastas, así como la obtención de fábricas con determinadas cualidades. El análisis conjunto de las pastas y los tipos cerámicos permite documentar si las técnicas de fabricación y los materiales constatados en la producción de las piezas tienen alguna relación con vasijas de rasgos distintivos en lo que se refiere a variables como la forma y el tamaño. Considerar la tecnología y la tipología de forma unitaria puede ayudarnos a ordenar, entender y explicar ciertas acciones técnicas que se documentan en la cadena operativa de creación de pastas. De este modo, se pueden establecer relaciones formales entre atributos texturales, mineralógicos o químicos y atributos tipológicos y métricos en un sistema de clasificación formal utilizado normalmente por los arqueólogos.

Se ha constatado etnográficamente como los alfareros, a menudo, seleccionan de forma discriminante los materiales que conforman la pasta cerámica en relación a la forma, el tamaño o la función que van a tener las vasijas²²⁰, aspectos que pueden ir estrechamente interrelacionados entre sí (Velde y Druc 1999). Esta selección diferencial puede repercutir en la composición geoquímica, mineralógica y textural de las pastas, que puede estar en estrecha conexión con las distintas tipologías cerámicas que se fabrican. En estos casos, serán parámetros tipológicos los que expliquen, por tanto, el grado de variabilidad que presentan las pastas.

Por consiguiente, los materiales utilizados en la producción cerámica pueden estar relacionados con las posibilidades de modelado y con ciertos requerimientos funcionales de las piezas, como la forma y el tamaño. Algunas materias primas y pastas pueden estar limitadas en sus cualidades necesariamente a la fabricación de cerámicas de tamaño reducido, donde las fracturas resultan más pequeñas, menos visibles y fáciles de arreglar. Por el contrario, hay otras arcillas o pastas más firmes y consistentes que favorecen la realización de todo tipo de piezas sin presentar riesgos de fractura.

²²⁰ En Chinautla, los alfareros seleccionan arcillas amarillas para vasijas de almacenamiento, mientras prefieren una arcilla blanquecina para otro tipo de piezas como las que van a utilizarse para transporte de agua. En Ticul, los alfareros seleccionan cuidadosamente las arcillas para las grandes vasijas para almacenar líquidos (Arnold 2000). En Pórtol (Mallorca) se seleccionan diferentes arcillas, rojas o ocre, dependiendo de la función de las piezas (Albero y Puerta 2009).

Por ejemplo, el tipo de pasta utilizada en Quinchamalí y Pilén (Chile) se relaciona con el tamaño de las piezas que se van a fabricar, por lo que esta variable explica la variabilidad observada en las pastas. Piezas más pequeñas requieren de pastas más finas y otras grandes, como las orzas de almacenamiento, de una mayor resistencia para el modelado y, por tanto, de más anti-plásticos (García Rosselló 2008: 243).

25.1. Criterios de clasificación tipológica y morfométrica.

25.1.1. Introducción: líneas de reflexión.

Antes de desarrollar el protocolo metodológico de descripción morfométrica, así como los criterios utilizados en la propuesta de clasificación tipológica, hay que incorporar algunas líneas de reflexión respecto a este tipo de estudios del material cerámico. Coincidimos con otros autores (Van As 1984; Lumbreras 1987; Bate 1998; Aranda 2001: 22-25; Kililikoglou y Vekinis 2002) en señalar que la tipología constituye una metodología desarrollada para la ordenación y la clasificación de los datos arqueológicos a partir de agrupaciones o unidades de análisis más amplias con un contenido espacial, temporal e histórico que, además, son susceptibles de comparación. Por otro lado, asumiendo como cierto que existe una estrecha relación potencial entre forma y función, la tipología, como sistema de clasificación, también permite aproximarnos a la funcionalidad de las cerámicas²²¹ y a la tecnología empleada en su fabricación. Así pues, a partir del análisis morfológico es factible determinar ciertos aspectos tecnológicos en una producción concreta.

Las tipologías suponen un proceso de interpretación, una operación analítica y creativa (Leonardi *et al.* 1991) y, por tanto, al igual que sucede con las pastas cerámicas, supone una actividad profundamente influida por los planteamientos teóricos defendidos por los investigadores (Schiffer 1988). Debido a ello, y aunque los análisis morfométricos y tipológicos son herramientas útiles para la organización y estructuración del material cerámico recuperado en los yacimientos, hay que ser muy conscientes de que parten de los esquemas de racionalidad de los propios investigadores y persiguen objetivos encaminados a organizar, estructurar y priorizar

²²¹ Por ejemplo, una estrecha relación entre la funcionalidad y el tamaño de las cerámicas resulta evidente cuando éstas son utilizadas como medidor de cantidades. Esta función de la cerámica puede asimilarse con una gran variedad de productos como el grano o productos líquidos, para delimitar raciones individuales o colectivas, etc. (Barley 1994: 61).

morfométricamente un universo cerámico determinado. En este sentido, la finalidad, las estrategias e incluso las preguntas realizadas por el investigador se alejan completamente del contexto en que originariamente estaba inmersa la cerámica.

El artefacto cerámico en su origen estaba vinculado con el esquema de racionalidad y la finalidad perseguida por el ceramista, así como con el contexto funcional, económico-social y simbólico-ideológico en el que se ubicaba y que determinó los procesos de uso y deposición que sufrió el artefacto en su ciclo de vida.

Inicialmente, ni los análisis morfométricos, ni las propuestas tipológicas incorporan las distintas esferas comentadas anteriormente, sino que se mueven en el contexto de la estructuración y organización de la cerámica como dato arqueológico. Sin embargo, como comenta Lumbreras (1987: 75), ello no resulta un inconveniente para que las propuestas tipológicas, en tanto que clasifican los productos cerámicos de una sociedad, intenten ordenarse de tal manera que las unidades de análisis puedan corresponderse con unidades socialmente significativas. La cerámica como producto social tiende a presentar cierta variabilidad derivada de aspectos muy diversos que van desde los tecnológicos, los funcionales a los simbólico-ideológicos, pasando por un número amplio de posibilidades. Por consiguiente, las clasificaciones tipológicas deben aportar datos y estrategias de análisis válidas para afrontar el estudio de estos fenómenos (Picazo 1993; Castro Martínez *et al.* 2003; Palomar 2005; Cachero 2005; Lull *et al.* 2008), teniendo en cuenta que estos análisis pueden fracasar si se sustentan sobre bases tipológicas inadecuadas o erróneas (Cowgill 1990).

Con ese fin se ha optado por un proceso clasificatorio que combina tanto protocolos inductivos como deductivos, entendiendo que ambos procesos se retroalimentan mediante la observación de los fenómenos y el intento de definir y validar la descripción de los mismos. Coincidimos con B. Palomar (2005) en la necesidad de superar la falsa premisa que concibe el proceso clasificatorio de la cerámica como un procedimiento de carácter inductivo o teórico que permite establecer el *tipo natural* que estaba en la mente de los propios artesanos (Taylor 1948; Spaulding 1953; Rouse 1960) frente a aquellas que utilizan un proceso deductivo (Ford 1954), o incluso otras opciones que, en el intento de superar esta dicotomía, se decantan por las tipologías prácticas en contra de las tipologías teóricas (Adams 1988; Adams y Adams 1991; Rodas 2004; Palomar 2005; Kamping y Sablating 2007).

Fruto de esta reflexión entendemos que la propuesta tipológica debe asumir tanto las limitaciones comentadas como los objetivos planteados y, por tanto, no debe generar clasificaciones caóticas en las que se sobrevalore lo particular sobre lo general, es decir, lo individual sobre lo social (Lumbreras 1987). Sino que deben generarse agrupaciones que puedan ser significativas dentro de las diferentes esferas de análisis funcional, cronológico-cultural, simbólico-ideológico, etc.

Por ello, y manteniendo la coherencia de las anteriores afirmaciones, resulta complicado establecer un sistema unitario de organización que incluya tipología, tecnología y funcionalidad. A diferencia de otros autores (Lumbreras 1987) que establecen una estrecha relación entre forma y función, creemos no se pueden establecer modelos universales y que aún queda un largo trecho a la hora de poder establecer clasificaciones morfo-funcionales claras y sólidas del registro cerámico prehistórico de las islas. Y mucho más si consideramos que en contextos domésticos de producción y uso de la cerámica, los fenómenos de redundancia, polifuncionalidad, multiplicidad, y falta de especialización están claramente presentes.

Por el momento, y con el nivel actual de conocimientos, no es posible definir unas líneas claras de conexión entre forma, tecnología y función que vayan más allá del análisis concreto de cada pieza cerámica dentro de una estrategia de producción alfarera y de un contexto de uso determinado. Sin embargo, todo ello no impide que informaciones derivadas de cada una de estas tres estrategias de análisis tipológico, tecnológico y funcional puedan aportar a las restantes informaciones válidas y relevantes. Debido a ello, se ha tratado de forma separada cada una de estas estrategias de análisis incorporando y cruzando los datos de cada una de ellas que se consideraban relevantes.

A lo largo de la bibliografía sobre la prehistoria balear son numerosos los trabajos y las propuestas de clasificación tipológica de la cerámica prehistórica hecha a mano. Pueden destacarse desde intentos tipológicos realizados a partir de clasificaciones morfológicas²²² hasta otras propuestas en las que se potencia el análisis morfométrico con el objetivo de utilizar criterios métricos y estadísticos que permitan establecer una propuesta tipológica y una adscripción de las formas cerámicas mucho más sólida²²³.

²²² Veny 1968; Camps *et al.* 1969; Rosselló-Bordoy 1973; Fernández-Miranda 1978; Díaz Andreu y Fernández-Miranda 1991; Pons i Homar 1985, 1996, 1999; Plantalamor y Rita 1995; García Rosselló *et al.* 2007.

²²³ Mayoral 1983; Gasull *et al.* 1984a, 1984b; 1984c; Lull *et al.* 1999; Castro *et al.* 2003; Palomar, 2005; Lull *et al.* 2008; García Rosselló *et al.* inédito.

Los primeros trabajos sobre propuestas tipológicas permitieron establecer unas pautas iniciales de organización y clasificación de la variedad formal de la cerámica prehistórica documentada en los distintos yacimientos que se estaban excavando y, sobre todo, permitió una primera ordenación del abundante y excepcional material cerámico depositado en los museos (Lull *et al.* 1999: 581). Por el contrario, las propuestas tipológicas basadas en variables morfométricas permitieron la conjugación de diferentes tipos de variables, tanto métricas como formales (Gasull *et al.* 1984a, b y c), para otorgar una mayor solidez a las clasificaciones definidas, especialmente con la incorporación, en esta última década, de la aplicación de técnicas de clasificación multivariante (Lull *et al.* 1999; Castro *et al.* 2003; Lull *et al.* 2008.). Sin embargo, éstas últimas propuestas, a diferencia de las primeras, adolecen de una escasa implantación general ya que, por el momento, únicamente se han propuesto para el análisis específico del material cerámico documentado en determinados yacimientos como *Cova des Carritx* (Ciutadella, Menorca) (Lull *et al.* 1999), *Son Ferragut* (Sineu, Mallorca) (Castro *et al.* 2003), *Son Fornés* (Palomar 2005; Lull *et al.* 2008), *Turó de les Abelles* (García Rosselló *et al.* inédito) y el turriforme escalonado *Son Ferrer* (Calvo *et al.* inédito), así como de materiales procedentes de fondos museísticos (Lull *et al.* 2008).

Debido a ello, exceptuando los estudios de Lull *et al.* (1999 y 2008) y Castro *et al.* (2003) para cerámica del Bronce Final y de época talayótica, actualmente no contamos con una propuesta tipológica actualizada en la que se utilicen criterios objetivables y el uso de técnicas de clasificación multivariante, que goce de un consenso generalizado y que haya sido testada y contrastada con un conjunto relevante de materiales cerámicos procedentes de diferentes yacimientos. Fruto de esta deficiencia, en las siguientes páginas se presenta el protocolo de clasificación tipológica utilizado para la descripción y estructuración de los restos cerámicos documentados en los yacimientos estudiados. En ningún momento se ha pretendido realizar una clasificación generalizable a otros yacimientos, sino establecer una descripción de la realidad y la variedad cerámica documentada en los yacimientos contemplados. Sin embargo, con el fin de que ésta esté a disposición para otros investigadores, se han descrito claramente los mecanismos de clasificación así como las categorías utilizadas enfatizando el carácter comprensible, utilizable y comunicador que debe perseguir cualquier propuesta clasificatoria.

25.1.2. Propuesta metodológica.

Como se comentó anteriormente, una propuesta tipológica supone un protocolo para ordenar y clasificar los datos arqueológicos a partir de agrupaciones o categorías de análisis más amplias con un contenido espacial, temporal, funcional, etc. que son susceptibles de comparación. Como comenta Picazo (1993), y como queda claramente reflejado en muchos trabajos²²⁴, un aspecto importante de los problemas que surgen en una propuesta tipológica radica en la definición de las unidades de clasificación, tradicionalmente denominadas *tipo*, eje central de todo el planteamiento. En su definición, se incorporan tanto planteamientos de base teórico-epistemológica (Voorrips 1982), como consideraciones desde un punto de vista práctico (Orton 1988; Cowgill 1990). Siguiendo la definición de López Cachero (2005: 174), puede considerarse un tipo como “...una unidad de descripción básica que agrupa una serie de artefactos caracterizados por una recurrencia de determinados atributos (variables) que pueden ser morfológicos, decorativos, tecnológicos, funcionales, etc., o varios de ellos a la vez, y que, al mismo tiempo, les diferencia con claridad de otras unidades o agrupaciones (tipos) semejantes”.

Como comentan algunos autores (Arnold 1985; Picazo 1993; Palomar 2005; López Cachero 2005), se hace necesario especificar los planteamientos previos que se persiguen con la ordenación de la cerámica, ya que todo dependerá de los objetivos definidos, de manera que en función de ellos se elegirán los atributos que se consideren más significativos para una clasificación coherente y útil.

Un *tipo* que sea útil para la investigación debe tener dos propiedades básicas, por un lado, “identidad”, es decir, que pueda ser identificado de manera clara a través de unas propiedades sensorialmente perceptibles²²⁵, lo que depende de una adecuada definición o descripción del mismo.

²²⁴ Spaulding 1953 y 1954; Ford 1954; Llanos y Vegas 1974; Doran y Hodson 1975; Spaulding 1977; Clarke 1984: 183; Contreras 1984: 328; Arnold 1985; Orton 1988; Balfet *et al.* 1988; Cowgill 1990; Contreras *et al.* 1988; Fernández y Fernández 1991; Orton *et al.* 1993; Bate 1998: 174-175; Eiroa *et al.* 1999: 22, Lull *et al.* 1999, Salvatierra y Castillo 1999; Castro-Martínez *et al.* 2003, López Cachero, 2005; Palomar 2005; Scattolin y Bugliani 2005.

²²⁵ No tiene porqué existir una identidad entre nuestras categorías y clasificaciones de artefactos con las *unidades funcionales* de los grupos prehistóricos. Esto puede dar lugar a la clasificación de objetos considerados diferentes cuando estos objetos en realidad eran idénticos conceptualmente para los grupos prehistóricos que los crearon, utilizaron y depositaron (Calvo 2002a).

Por otro, “significado”, cuando adquiere significación intuitiva, empírica o estadística, es decir, cuando tiene un significado conocido en relación con determinados propósitos (Adams y Adams 1991: 35-37 y 91; Bate 1998: 175; López Cachero 2005: 174).

De la aplicación correcta de estos principios se derivará una propuesta tipológica en la que los tipos serán mutuamente excluyentes entre sí, de manera que cada caso sólo pueda ser adscrito a un único tipo. También los límites de los tipos serán lo suficientemente claros, resultando posible decidir con relativa facilidad a que tipo pertenece un nuevo objeto (Orton 1988; Cowgill 1990; Picazo 1993; Orton *et al.* 1993; Bate 1998; López Cachero 2005).

La propuesta metodológica utilizada para el análisis y la estructuración de los restos cerámicos de este estudio se estructura a partir de tres líneas de análisis:

a) Una descripción formal de la pieza o del fragmento cerámico. Esta primera línea de análisis formal es aplicable a la totalidad de las formas cerámicas, independientemente del grado de fragmentación que presenten. Para ello se han seguido las variables de descripción formal propuestas por Calvo *et al.* (2004).

b) Una aproximación morfométrica basada en la aplicación de variables métricas e índices de relación morfométrica que permiten un mayor nivel de objetivación y un tratamiento de tipo estadístico univariante, bivariante y multivariante, favoreciendo la exploración de los datos y el establecimiento de grupos morfométricos homogéneos. Para ello, se ha seguido parte de las propuestas expuestas en otros estudios (Gardin 1985; Contreras *et al.* 1988; Picazo 1993; Lull *et al.* 1999; Castro *et al.* 2003; Palomar 2005; López Cachero 2005; Lull *et al.* 2008). Esta segunda línea de análisis únicamente se puede realizar con aquellas piezas cuyo grado de conservación permite el reconocimiento del perfil completo, o al menos de una parte substancial del mismo. Sólo en estos casos se podrán documentar las variables métricas necesarias para establecer estos protocolos de análisis.

c) Una propuesta tipológica que engloba los resultados obtenidos en las anteriores líneas de análisis y los jerarquiza orgánicamente. La propuesta tipológica se estructura en una serie de niveles de clasificación tipológica que se priorizan jerárquicamente conformando una propuesta tipológica-analítica. Para ello, se utilizan tanto variables métricas como formales que actúan a modo de indicadores de referencia tipológica que permite la clasificación de las formas cerámicas.

En cierta manera, esta propuesta recoge parte de las líneas seguidas por varias propuestas tipológicas (Picazo 1993; Castro *et al.* 1999; Lull *et al.* 1999; Castro *et al.* 2003; López Cachero 2005; Colomer Solsona 2005; Lull *et al.* 2008), y viene a recoger las dos grandes líneas de análisis tipológico con las que se está trabajando en las corrientes actuales de codificación formal de la cerámica (Orton *et al.* 1993).

Al reducirse su aplicación exclusivamente al universo cerámico de la zona de *Santa Ponça*, con las limitaciones analíticas que conlleva disponer de un número limitado de piezas de perfil reconstruible, la clasificación tipológica propuesta debe entenderse como una propuesta de ordenación del universo cerámico que concierne exclusivamente a esta área. Su utilización en otros yacimientos, sin lugar a dudas, modificará, matizará y consolidará las agrupaciones tipológicas establecidas en estos yacimientos.

25.1.2.1. Descripción morfo-tipológica de las formas cerámicas.

En este apartado se realiza una descripción morfo-tipológica de todas las formas cerámicas documentadas, independientemente del grado de fragmentación, a partir de los criterios contemplados por Calvo *et al.* (2004), en los que el análisis formal se estructura en los siguientes puntos:

- a.- Análisis de los elementos que configura la pieza.
- b.- Descripción formal de la base.
- c.- Tipo de unión entre base y cuerpo.
- d.- Análisis del cuerpo a partir de un sistema descriptivo basado en formas geométricas tridimensionales que derivan de la revolución a partir de un eje central de formas geométricas bidimensionales.
- e.- Unión de los elementos geométricos que dan lugar a las formas compuestas.

- f.- Ángulo de apertura del punto de unión de los elementos geométricos.
- g.- Descripción formal de cuello.
- h.- Tendencia de abertura de la pieza.
- i.- Descripción formal del borde.
- j.- Descripción formal del labio.
- k.- Descripción formal de los elementos de presión o elementos adheridos a la forma básica.

25.1.2.2. Análisis morfométrico.

Para el análisis morfométrico se computan dos grupos de parámetros métricos, las medidas absolutas y los índices de relación entre medidas. Sin embargo, a la hora de aplicar los anteriores parámetros métricos hay tener en cuenta que no pueden ser considerados de forma homogénea en todos los grupos morfológicos. Por este motivo, la complejidad del perfil puede exigir de un mayor o menor número de variables métricas que lo describan, así como una variedad de índices de relación entre medidas que permitan definir matemáticamente la forma de la pieza cerámica.

a) Documentación de las medidas absolutas (Tablas 23 y 24): Para ello se sigue la propuesta realizada por Calvo *et al.* (2004), a la que se incorporan algunas nuevas mediciones recogidas en otros trabajos como, por ejemplo, la altura parcial, parámetro que hace referencia a la distancia a la que se encuentra el diámetro máximo de la pieza del interior de la base (Gasull *et al.* 1984).

b) Índices de relación entre medidas: Mediante estos índices, se ponen en relación dos o más medidas absolutas, permitiendo describir matemáticamente tendencias derivadas de las proporciones de los recipientes. A su vez, análisis de regresión y correlación entre las variables utilizadas en cada uno de estos índices permitirán conocer el grado de interrelación y dependencia existente entre las variables métricas que los conforman. Al igual que con las medidas absolutas, los índices de relación dependen de la complejidad de la forma. Para poder aplicar estos índices, las piezas cerámicas deben conservar el perfil completo o al menos una parte substancial del mismo. Lógicamente, el número de índices de relación entre medidas necesario para las formas simples será mucho menor que para las formas compuestas y, a su vez, mucho menor que para las complejas (Calvo *et al.* 2004).

Si bien pueden ir variando para tipos específicos, los índices más utilizados son los siguientes (Gasull *et al.* 1984a; Castro *et al.* 2003; Lopez Cachero 2005):

- Diámetro Boca/Altura.
- Diámetro Base/Altura.
- *Índice de proporcionalidad/esbeltez*: Diámetro máximo/Altura.
- Diámetro Boca/ Distancia desde el diámetro máximo a la boca.
- Diámetro Base/Distancia desde la base al diámetro máximo.
- Diámetro Boca/Diámetro máximo.
- *Índice de simetría vertical*: Diámetro Boca/Diámetro Base.
- *Índice de abertura de la boca*: relación entre el Diámetro de la boca/diámetro máximo y la relación Diámetro boca/Altura.
- *Índice de ensanchamiento de la base*: Obtenido a partir de los índices diámetro de la base/diámetro máximo y diámetro de la base/Altura.
- *Índice de estrangulamiento del cuello*: Basado en la relación entre el diámetro del cuello y el diámetro de la boca
- *Índice de situación del diámetro máximo*. Índice deducido a partir de la altura parcial del diámetro máximo a la boca y la altura total.

Algunos autores (Rice 1991; Longrace 1999), han observado que establecer la variabilidad del registro cerámico en base a escalas métricas, por tanto extremadamente precisas, puede no resultar siempre un método completamente adecuado en la categorización de determinados artefactos. En producciones a mano, en las que es difícil la reproducción exacta de dos piezas, la estandarización de los artefactos puede producirse a una baja resolución numérica. Sin embargo, por un lado, la consignación métrica de la vasija en relación a contextos determinados puede proporcionar cierta información cuantitativa sobre variables relacionadas con la función potencial de las vasijas. Por otro lado, el análisis morfométrico permite definir indicadores métricos de relevancia tipológica en base a aquellas mediciones que permiten agrupar individuos morfométricamente coherentes. Dichas agrupaciones serán las que servirán de base para establecer la propuesta tipológica. A su vez, algunos de estos indicadores métricos de relevancia morfométrica, junto con otros formales de relevancia tipológica, serán los que permitirán agrupar fragmentos de formas cerámicas en sus correspondientes tipos.

25.1.2.3. Propuesta tipológica.

La propuesta tipológica presentada se estructura a partir de aquellas variables tanto morfométricas como formales que actúan como indicadores de referencia tipológica, es decir, que permiten estructurar en grupos coherentes a las diferentes formas cerámicas. Siguiendo las propuestas de Picazo (1993) y López Cachero (2005) se han priorizado las variables morfométricas, así como el tamaño de los vasos, para la definición de las familias y los tipos. No obstante, a nivel de subtipos se incorporan variables estrictamente formales como la presencia y el tipo de elementos de presión y de elementos plásticos decorativos.

La clasificación tipológica realizada con este procedimiento estadístico ha comprendido principalmente piezas del Postalayótico²²⁶ del área de Santa Ponça²²⁷. Ello se debe a que en esta área se constatan suficientes piezas ($n = 100$) de perfil completo que permiten establecer una clasificación tipológica propia, que resulta especialmente necesaria para el registro de este periodo al no existir clasificaciones tipológicas establecidas sólidamente. Por el contrario, las piezas de perfil reconstruible de cronologías más antiguas han resultado escasas, por lo que éstas se han asimilado a otras clasificaciones tipológicas, mejor establecidas y que han contado con un mayor número de casos. Para las escasas piezas de perfil completo analizadas de la Edad del Bronce se ha utilizado una clasificación basada, principalmente, en el estudio de vasijas de varios contextos funerarios (Guerrero *et al.* 2007) y para época Talayótica se ha considerado una clasificación tipológica realizada con métodos estadísticos y variables métricas que incluye más de 100 piezas de perfil completo (Lull *et al.* 2008).

De este modo, la clasificación realizada para las piezas del postalayótico ha estructurado y jerarquizado múltiples variables con el fin de dar una coherencia orgánica a la propuesta tipológica propuesta. Para ello, se ha partido de premisas parecidas a las expuestas por Picazo (1993) para el estudio de los conjuntos cerámicos de los yacimientos de la Edad del Bronce del sistema ibérico turoloense, así como las propuestas tipológicas de los conjuntos cerámicos del yacimiento de *Can Piteu-Can Roqueta* (López Cachero 2005) o de los yacimientos de *Genó* (Maya *et al.* 1998).

²²⁶ También se han incluido en la clasificación, por su proximidad cronológica, algunas piezas fechadas en la fase de transición entre época talayótica y postalayótica (650-550 BC).

²²⁷ Si bien, en este capítulo, centrado más en objetivos ligados al estudio de la organización de la producción, la variabilidad y la tecnofuncionalidad de los artefactos que en una clasificación tipológica, se han integrado las piezas de otros periodos en las respectivas familias, aunque claramente diferenciadas como tipos independientes en función de sus rasgos morfométricos y su cronología.

Las premisas procedentes de estos estudios se han implementado con la incorporación de técnicas de clasificación multivariante. En todo caso, el número reducido de piezas de perfil completo limita las posibilidades de análisis, así como la robustez de cada grupo que deberá ser confirmada con la ampliación del método al registro cerámico de otros yacimientos.

Coincidimos con Picazo (1993) al plantear una propuesta tipológica dirigida a la consecución de una clasificación del material cerámico entendida como un agrupamiento de entidades morfométricas similares (Rice 1987). Su estructuración está basada en el concepto de ordenación de Dunnell (1977: 58) y se han aplicado dos estrategias conjuntas, la de clasificación y la de agrupación. Se han establecido cuatro niveles jerárquicos de estructuración tipológica: Familia, Forma, Tipo y Subtipo. El de Familia, y Tipo se han generado, siempre que ha sido posible, a partir de estrategias estadísticas agrupativas, mientras que el de Forma y Subtipo se ha obtenido a partir de estrategias de categorización de tipo cualitativo objetivable (Picazo 1993; López Cachero 2005).

En el nivel de agrupación superior se situaría la familia. El concepto de FAMILIA responde al análisis morfométrico de cuatro variables que se han considerado como indicadores de referencia tipológica del primer nivel:

a) Altura interior. Se trata de una medida que se toma desde el interior de la base hasta el plano que marca el borde de la pieza. Se ha optado por esta medida y no la variable de altura absoluta puesto que en esta última se incluye también la altura del pie o del falso pie que pueden tener algunas formas cerámicas. Aunque la presencia de pie o repie queda claramente reflejada en las descripciones formales e incorporada en un análisis métrico a nivel de tipos, para la agrupación en FAMILIAS se ha obviado y, por tanto, no se ha considerado como un indicador de referencia tipológica para este nivel.

En la agrupación por FAMILIA se ha pretendido hacer grandes agrupaciones que respondiesen a criterios aplicables a todo el universo cerámico. La incorporación de la altura absoluta desvirtuaba la comparativa ya que comparábamos piezas con pie frente a otras sin él. Para ello, en este nivel de análisis se ha optado por comparar el cuerpo de cada cerámica, elemento común a todas ellas. La altura interior representa un rasgo métrico común a todos los recipientes.

b) Diámetro interior máximo. En este caso se ha optado por analizar el diámetro interior máximo en lugar del diámetro exterior máximo, con ello se obvia la variable grosor de las paredes de la cerámica, y nos centramos en la comparativa que se quiere priorizar en base al volumen y la capacidad del contenedor cerámico.

c) Diámetro interior de la boca. En este caso también se ha optado por el diámetro interior con el fin de obviar el grosor de la pared del borde, así como posibles desviaciones producidas por el engrosamiento de los labios.

d) Índice del tamaño de la pieza al cuadrado. Analizar el tamaño, o mejor dicho el volumen, de un recipiente cerámico puede llegar a ser algo complejo si se trata de perfiles que se separan de formas geométricas. Con el fin de agilizar la medición de esta variable se ha optado por calcular el área que genera el polígono de dibujo de cada pieza calculada con software CAD (Eiteljorg 2002). Si bien ésta es una variable no real y alejada del volumen, sí ofrece una herramienta rápida y válida para comparar los tamaños de las piezas. Para nuestro estudio se ha recurrido a la raíz cuadrada del valor obtenido a partir del área con la finalidad de establecer un índice de tamaño que homogeneizara estos datos con relación a los restantes valores. Se trata de un factor de corrección que pretende evitar que sea el tamaño, cuyos valores son mucho más altos que los del resto de índices, la variable dominante en las agrupaciones generadas mediante el análisis de conglomerados y de componentes principales.

Con el fin de estructurar el universo cerámico a partir de estos cuatro indicadores tipológicos de primer nivel se han aplicado técnicas de análisis multivariante (Contreras *et al.* 1988; Shennan 1992; Picazo 1993; Baxter 1994, 1995 y 2004; López Cachero 2005). El primer paso ha consistido en identificar grupos homogéneos a partir de la ordenación de estas variables mediante una estrategia aglomerativa de naturaleza jerárquica basada en el análisis de conglomerados utilizando agrupaciones en base al promedio (*Group Average Linkage*) y la distancia euclidiana. La representación gráfica de los datos mediante dendogramas muestra para cada caso los pasos de una solución de agrupación jerárquica, así como los conglomerados que se combinan y los valores de coeficientes de distancia.

Sin embargo, como ya se ha puesto en evidencia en distintas ocasiones (Orton 1988; Barceló 1988; Whallon 1990; Picazo 1993), este procedimiento presenta algunos problemas y limitaciones derivadas, entre otras, del lenguaje matemático aplicado y la problemática que concierne a la separación y validez de los grupos generados. Todas estas cuestiones hacen que esta técnica se convierta en un procedimiento básicamente exploratorio (Martínez Ramos 1984; Picazo 1993) y que se requiera, por tanto, de la necesidad de contrastar los resultados. Para ello, se ha optado por una doble estrategia (Orton 1988; Picazo 1993; López Cachero 2005), por una parte, una contrastación de los resultados mediante la observación directa del material lo que permite definir y verificar el establecimiento del nivel de ruptura entre grupos. Por otra parte, se ha incorporado una segunda técnica multivariante, el análisis de componentes principales, como sistema de contrastación y análisis de las agrupaciones establecidas, así como de las variables que intervienen en dichas agrupaciones (Baxter 1994 y 1995; Odriozola *et al.* 2009a y b). Esta triple estrategia basada en la aplicación de análisis de conglomerados, análisis de componentes principales y la contrastación empírica de las agrupaciones ha permitido generar unas *Familias* morfométricamente claras y contrastadas.

Con el concepto de FAMILIA se responde a un primer objetivo clasificatorio con el que se pretende organizar los recipientes cerámicos a partir de factores como el tamaño, las proporciones y el índice de abertura de las piezas²²⁸. Ello genera diferentes grupos cuya variabilidad iría desde aquellas piezas pequeñas estrechas y cerradas en un extremo hasta otras grandes anchas y abiertas en el extremo opuesto, con toda la variabilidad que encontraríamos entre los grupos situados en los extremos. Como puede observarse, este primer nivel de clasificación no proporciona información concreta sobre el perfil de las piezas sino, más bien, sobre su tamaño y si éstas son abiertas/cerradas o altas/bajas.

²²⁸ Salvando las distancias, el concepto de familia es utilizado también a nivel práctico por diversas sociedades etnográficas para organizar conceptualmente su conjunto cerámico. De este modo, este término resulta apropiado, además de para clasificar analíticamente la cerámica, para aproximarnos a los esquemas de racionalidad de los distintos usuarios y fabricantes (Barley 1994: 76). Por otro lado, las variables morfométricas tradicionalmente utilizadas con fines exclusivamente analíticos no tienen por qué ser del todo excluyentes respecto a cómo los artesanos conciben las piezas. Estudios etnográficos han documentado que éstos articulan semánticamente la vasija en torno a tres elementos o lexemas característicos y unitarios sobre los que construyen conceptualmente la cerámica. Éstos son la base (diámetro mínimo en cuerpo inferior), el cuerpo (diámetro máximo) y la boca (diámetro mínimo o máximo en el cuerpo superior) (Krause 1984).

Con esta estrategia, mucho más que con análisis sobre perfiles, que se realizarán en un nivel clasificatorio inferior, se generan grupos que pueden considerarse significativos para aproximarnos a ciertos aspectos funcionales de las vasijas. Con el nivel de familia resulta factible establecer una clasificación inicial del registro en base a categorías funcionales según aquellos rasgos de las cerámicas que evidencien su adecuación para ejercer como contenedores de líquidos, contenedores de sólidos, vasijas de consumo de líquidos, de sólidos, etc.²²⁹ Como señala Clark (2007: 294) “...*vessel size analysis might be used to identify similar-sized pots that also had a similar function, or groups of vessels that potters might have recognized as being suitable for a particular task.*”.

Por otro lado, en base a este sistema, podemos aproximarnos a ciertos aspectos tecnológicos relacionados con la confección de la forma primaria, muy condicionada por aspectos como el tamaño, la altura o la abertura que debe tener la pieza. Al mismo tiempo, la elaboración de determinadas formas primarias puede favorecer la utilización de una pasta con unos rasgos composicionales determinados. Finalmente, la presencia o ausencia de ciertas familias en algunas zonas del yacimiento nos informará sobre el uso y la gestión de los productos contenidos en los recipientes cerámicos.

Por el contrario, el concepto FAMILIA resulta demasiado amplio para afrontar consideraciones tecnológicas o funcionales más específicas que ya requieren de otros análisis. Por las mismas razones, las FAMILIAS tampoco establecen unas agrupaciones válidas que, además, puedan ser explicadas por factores cronológicos o culturales, ya que cada comunidad de cada época ha generado recipientes cerámicos que se pueden incluir dentro de las diferentes familias. Para este tipo de consideraciones, se debe realizar un tercer nivel de clasificación tipológica: el TIPO.

Por debajo del nivel de FAMILIA, se situaría el de FORMA BASICA²³⁰.

²²⁹ De este modo, se considera que los mejores elementos para diagnosticar la función de la cerámica son el carácter cerrado o abierto de la vasija, el diámetro de la boca y el volumen. Por ejemplo, pueden existir diferentes gamas de tamaño, el tamaño de las vasijas se realiza en, sociedades actuales, en función de necesidades como la cantidad de personas que van a consumir comida o que habitan en la casa, etc. (Skibo 1992; Djordjevic 2003; Banning 2005: 163; Albero y Puerta 2009).

²³⁰ No debe confundirse el concepto de FORMA BÁSICA que se refiere al perfil de la pieza (base+cuerpo+ cuello+borde) con el concepto de forma del cuerpo que únicamente se refiere a la forma del cuerpo y que se describe a partir de un sistema descriptivo basado en formas geométricas tridimensionales que derivan de la revolución a partir de un eje central de formas geométricas bidimensionales (Calvo *et al.* 2004).

Para obtener la FORMA BASICA se procede a una discriminación del material mediante un criterio cualitativo-morfológico a partir de la configuración del perfil de la pieza. Con ello se pretende la obtención de formas básicas de la pieza definidas a partir de la presencia de dos o más puntos característicos, éstos darán lugar a perfiles simples cuando presenten sólo dos puntos característicos. En cambio, los perfiles compuestos se componen de más de dos puntos característicos junto a la articulación de las diferentes líneas que conforman el perfil mediante uniones suaves, bruscas o discontinuidades (Birkhoff 1933; Sheppard 1971; Picazo 1993; López Cachero 2005).

Al igual que Picazo (1993) y López Cachero (2005), en este análisis se ha intentado restringir al máximo el número de formas básicas con el fin de integrar el mayor número de piezas dentro de cada una de ellas, de manera que las posibilidades de las técnicas de análisis empleadas no se vean limitadas. Como es conocido, en todo estudio estadístico, contar con un reducido número de casos siempre es una importante limitación en el momento de asumir como robustos los resultados extraídos.

Debido a ello, se ha optado por no incorporar en la definición de las formas básicas aspectos relacionados con la presencia de pies o repies, con la variabilidad de ángulos de los bordes divergentes curvados o la altura a la que se producen las inflexiones en perfiles en S o carenados. Todo ello aumentaría sensiblemente el número de formas, por lo que estos aspectos son tratados en análisis tipológicos de niveles inferiores como tipos y subtipos. En definitiva, la FORMA BASICA define los grupos de un mismo perfil básico, siempre teniendo en cuenta que aspectos como el tamaño y las proporciones ya han sido discriminadas y, por tanto, incorporadas en el nivel de clasificación anterior.

A partir de los criterios explicitados, en base a los puntos característicos y las líneas que conforman los perfiles, se han establecido las siguientes formas básicas²³¹:

- 1.- Forma Básica 1: Piezas con perfil simple, es decir, con dos puntos característicos ubicados en el borde y la base. Se trata de formas de perfil troncocónico.

²³¹ Debemos tener en cuenta que la aplicación de esta metodología a otros yacimientos puede generar la inclusión de nuevas formas básicas que, para el universo cerámico de los yacimientos de *Santa Ponça* analizados, no ha sido necesario incorporar. Entre ellas se pueden destacar las formas compuestas carenadas o las formas hemiesféricas, ambas formas muy características de otros periodos como el Bronce Antiguo, el Naviforme I y el Bronce Final o Naviforme II.

2.- Forma Básica 2: Piezas de perfil compuesto cuyos puntos característicos están ubicados en la base, la mitad del cuerpo y el borde. El diámetro de cada uno de los puntos debe ser más grande a medida que nos acercamos al borde.

3.- Forma Básica 3: Piezas de perfil compuesto cuyos puntos característicos están ubicados en la base, a la altura del diámetro máximo y en el borde. El diámetro máximo debe estar ubicado en el cuerpo.

4.- Forma Básica 4: Piezas de perfil compuesto cuyos puntos característicos están ubicados en la base, a la altura del diámetro máximo, en el diámetro menor del cuello y en el borde. Se trata de las denominadas formas en perfil en S.

5.- Forma Básica 5: Piezas de perfil compuesto cuyos puntos característicos están ubicados en la base, altura del diámetro máximo, en el punto de unión cuerpo cuello, en el punto de unión cuello borde y en el borde. Presentan un perfil en S muy marcado. El diámetro del borde tiene que ser mayor al del punto de unión cuello-borde y mucho menor que el diámetro máximo. El cuello es muy pronunciado.

6.- Forma Básica 6: Piezas de perfil compuesto cuyos puntos característicos están ubicados en la base, altura del diámetro máximo, en el punto de unión cuerpo cuello, en el punto de unión cuello borde y en el borde. El diámetro del borde tiene que ser igual al del punto de unión cuello-borde.

7.- Forma Básica 7: Piezas con perfil simple, es decir, con dos puntos característicos ubicados en el borde y la base. Se trata de formas de perfil troncocónico que se alargan en el borde por medio de crestas.

8.- Forma básica 8: Piezas de perfil compuesto y de forma bitroncocónica cuyos puntos característicos están ubicados en la base, a la altura del diámetro máximo y en el borde. El diámetro máximo debe estar ubicado en el cuerpo y marcado por una carena.

9.- Forma básica 9: Piezas de perfil compuesto cuyos puntos característicos están ubicados en la base, altura del diámetro máximo, en el punto de unión cuerpo cuello, en el punto de unión cuello borde y en el borde. El diámetro del borde tiene que ser igual al del punto de unión cuello-borde. Presentan, además, un vertedor perforado en la parte superior del cuerpo.

El tercer nivel de clasificación establecido es el de TIPO. Este nivel tipológico se obtiene a partir de la determinación de agrupamientos cuya similitud no sucede por el azar sino que refleja algunos significantes inherentes a su naturaleza (Rice 1987: 274). Debido a ello, si este nivel de análisis puede realizarse es porque se cuenta con un número suficiente de piezas con perfil completo o restituible. Éste es el nivel que ofrece un mayor cantidad de información, pudiéndose contrastar con variables de muy diferente categoría: funcional, tecnológica, ideológico-simbólica, cronológica, cultural, etc. Con ello la propuesta tipológica adquiere una mayor significación relacionándose con otras esferas de análisis y permitiendo deducir implicaciones de las agrupaciones morfométricas establecidas.

Para la estrategia de agrupamiento se seguirá el mismo protocolo de clasificación-agrupación seguido con el nivel de FAMILIA. Para ello, se identificará una serie de indicadores morfométricos de referencia tipológica específicos para cada FORMA BÁSICA. Como señala Mills (1999), en lo que se refiere a la métrica resulta más conveniente seleccionar diferentes variables para diferentes formas. Para la estrategia de agrupamiento se seguirá un protocolo de clasificación consistente en la agrupación dentro de cada FAMILIA de aquellas vasijas que se caracterizan por presentar la misma FORMA BÁSICA. Así el tipo viene determinado por su pertenencia a una FAMILIA y una FORMA BÁSICA. Una vez han sido reconocidos los tipos y contrastados mediante la observación son definidos y descritos.

En aquellos casos en los que el número de elementos lo permita, éstos se definirán también mediante análisis estadísticos descriptivos, basados en medidas de tendencia central y resúmenes numéricos. De esta manera, en caso de que fuese necesario, se podrían asignar nuevos individuos a los grupos ya establecidos a partir de sus medidas, sin necesidad de realizar todo el protocolo clasificatorio anteriormente descrito.

El último nivel de análisis tipológico incorporado es el de SUBTIPO. En este caso, su identificación se realiza a partir de criterios formales que pueden variar de unos tipos a otros. Entre los criterios formales más utilizados para definir los subtipos pueden destacarse la presencia o ausencia de elementos de prensión, repies, ángulos de divergencia de los bordes, etc. Para algunos análisis tipológicos más específicos se podría incorporar un quinto nivel que vendría definido por los objetivos morfométricos y formales que se consideran relevantes y que varían para cada subtipo.

Una vez definida, hasta donde ha sido posible, cada una de las Familias, Formas básicas, Tipos y Subtipos a partir de aquellas piezas que conservaban perfil completo o reconstruible, se ha realizado un análisis del resto de las formas cerámicas que estaban menos fragmentadas para intentar, en la medida de lo posible, asimilar estas formas parciales a cada una de las categorías tipológicas definidas. Ello permitirá realizar un estudio más completo del universo cerámico documentado en este trabajo.

A pesar de la dificultad que entraña establecer un sistema unitario de organización que incluya tipología, tecnología y funcionalidad entendemos que un tipo, al englobar un conjunto de objetos similares entre sí, sería la expresión material de una misma forma de hacer y resolver una determinada necesidad. Se trata, por tanto, de constatar si estos razonamientos son extensibles también a algunos aspectos de la tecnología aplicada en su fabricación. La estandarización de algunos aspectos de la producción dentro de un mismo tipo puede representar la visualización material de que todos los artefactos que lo componen responden a una función, tecnología y atributos formales semejantes. En definitiva, nos indica qué esquemas mentales y conceptuales rigen la fabricación de cerámica. De esta forma, una clasificación será politética cuando los casos de un tipo compartan muchos de los atributos que definen a ese grupo, pero sin que ninguno de ellos sea suficiente ni necesario como para asegurar la pertenencia al mismo de ningún individuo. Por lo tanto, si en una clasificación politética los objetos de un mismo tipo pueden compartir bastantes caracteres pero no necesariamente todos, en otra monotética, uno o dos atributos son los que definen un tipo y, por lo tanto, todos los casos incluidos en él los presentarán (Cachero 2005).

25.2. Agrupación en familias.

Como se comentó al explicar el protocolo utilizado, el primer nivel de análisis se corresponde a lo que se ha denominado FAMILIAS. Este primer nivel de agrupación tiene por finalidad agrupar el conjunto cerámico a partir de criterios de tamaño, proporcionalidad y grado de abertura de las piezas. Para ello, se ha realizado un análisis de conglomerados (*Group Average Method & Euclidean Distance*) con las 100 piezas disponibles como primer paso exploratorio para establecer agrupaciones y los niveles de ruptura de los grupos (Fig. 321a). El análisis de conglomerados jerárquicos se realizó a partir de las siguientes variables: altura interior, diámetro máximo interior, diámetro interior de la boca e índice de tamaño al cuadrado.

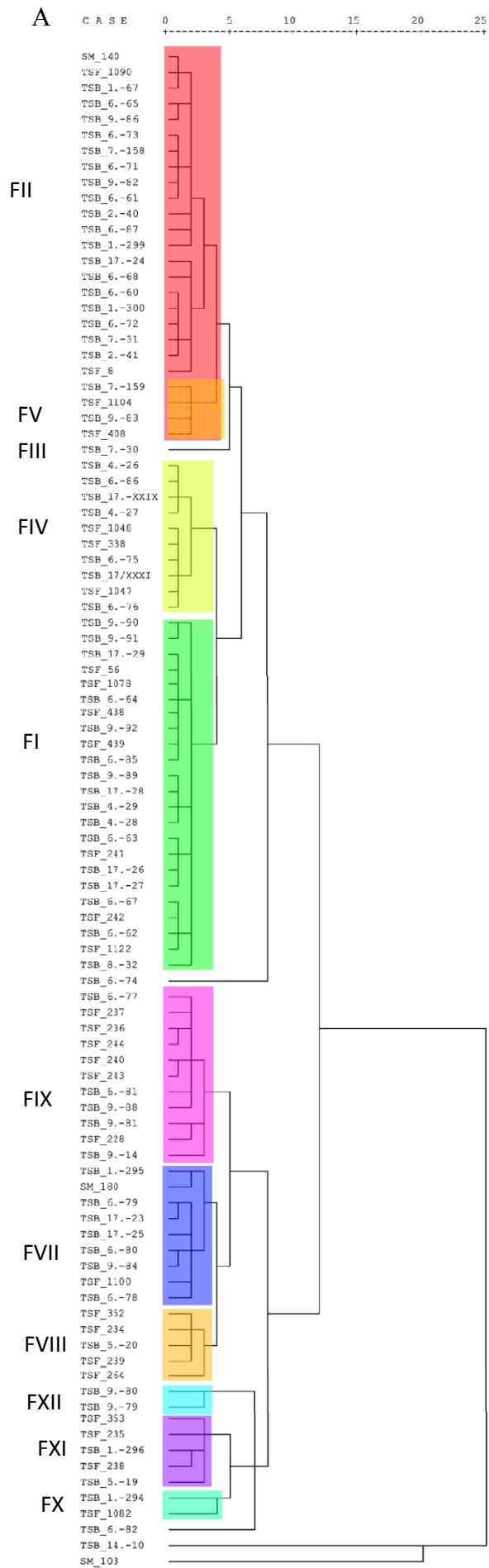
Para la diferenciación de las Familias se ha situado la línea de ruptura en un 92% de similitud agrupando el 100% de todos los nudos. Este corte permite determinar 15 agrupaciones y cinco individuos aislados (*loners*). El análisis de las variables y las agrupaciones reflejadas en el dendrograma permite ver como las variables que más parecen haber primado en la parte baja de la estructura jerárquica del árbol han sido el tamaño y el diámetro máximo de las piezas, seguido por la altura interior.

Con el fin de contrastar los resultados obtenidos así como la dinámica de las variables se ha aplicado un análisis factorial mediante el método de componentes principales, implementado con la observación directa de las piezas que quedaban agrupadas en cada uno de estos grupos o Familias. En las siguientes tablas se pueden observar los resultados del análisis:

Componente	Auto-valores iniciales		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3,465	86,628	86,628
2	,444	11,092	97,720
3	,077	1,922	99,641
4	,014	,359	100,000

	Componente			
	1	2	3	4
Diámetro boca	,852	,509	,126	,005
Diámetro máx.	,970	,095	-,220	,034
Altura interna	,917	-,377	,114	,062
Tamaño	,978	-,184	,002	-,096

Análisis conjunto de pasta y tipología



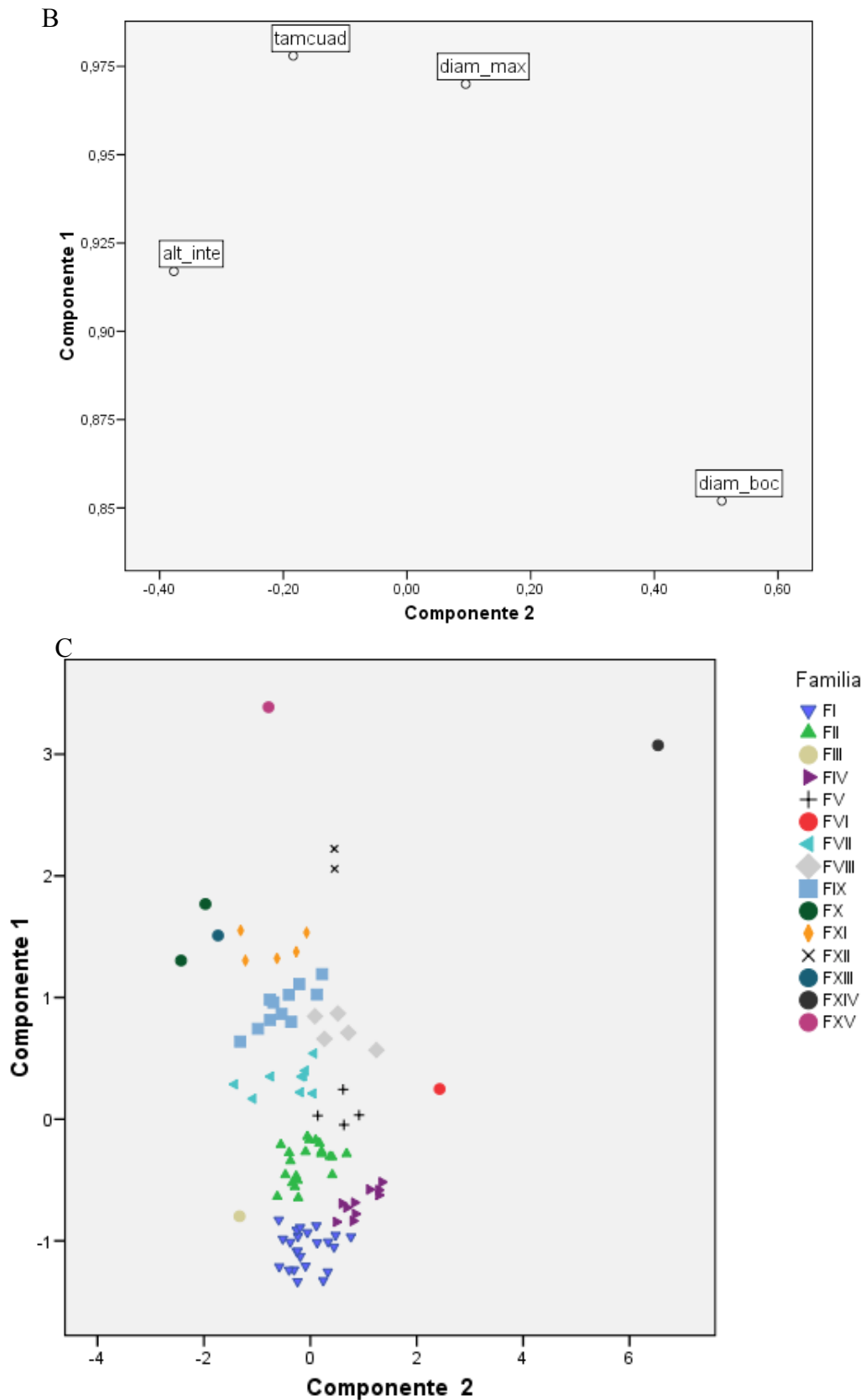


Figura 321. A) Dendrograma mostrando las agrupaciones y familias establecidas. B) Gráfico ACP mostrando las tendencias en los componentes 1 y 2 de las variables contempladas en el análisis clúster. C) Gráfico ACP mostrando la dispersión de las piezas en función de las puntuaciones obtenidas en los componentes 1 y 2 y según las agrupaciones obtenidas en el análisis clúster.

Como puede observarse, con el Componente 1 del ACP se explica el 86.6% de la varianza de los datos con unas contribuciones muy altas ($>.8$) de las variables altura, diámetro máximo y tamaño, es decir, aquellas que hacen referencia al tamaño y a la proporción de la pieza. El Componente 2 explica un 11.1% de la varianza, llegando ambos componentes a una varianza acumulada de 97.7%. En este componente, la variable claramente predominante sobre el resto es el diámetro interior de la boca, en consecuencia podríamos definir este factor como indicador de la abertura de la pieza. El resto de las variables, excepto la altura, presentan correlaciones con unos valores poco significativos.

En definitiva, los componentes 1 y 2 explican cerca del 98% de la varianza de los datos, serán, por tanto, éstos dos primeros componentes los que representen mejor la dispersión de los casos, necesaria para la contrastación de las agrupaciones generadas con el análisis de conglomerados. Los restantes componentes apenas explican el 3% de la varianza. La representación de todo lo comentado anteriormente se refleja gráficamente en un espacio bidimensional definido por las puntuaciones obtenidas en los dos primeros componentes que, como se ha comentado, incluyen al 97% de la varianza total, donde puede observarse la distribución de las variables utilizadas en el análisis de conglomerados en relación con el eje de coordenadas formado por ambos.

Como se aprecia en la representación gráfica, las variables respecto al Componente 1 se agrupan en torno al .92-0.98 para diámetro máximo, altura interior y tamaño cuadrado y .85 para el diámetro interior de la boca, lo que evidencia un tipo de correlación medio, mientras que para el Componente 2 la situación es totalmente diferente, con un claro predominio del diámetro interior de la boca respecto al resto de variables. Su ubicación en la parte derecha de la gráfica indicará, entonces, la posición de aquellas vasijas con diámetros de boca importantes. Por su parte, la ubicación de las variables en el Componente 1 determinará la posición del tamaño y proporción de las piezas, siendo las más pequeñas y cerradas las que se distribuyan en la zona inferior izquierda de la gráfica y las más grandes en la parte superior izquierda (Fig. 321b).

Una vez analizadas las tendencias puestas de manifiesto por las variables contempladas, en la siguiente gráfica se presenta la dispersión de las piezas en función de las puntuaciones obtenidas para cada vasija respecto a ambos componentes (Tabla 25). La distribución (Fig. 321c) obtenida responde a las pautas ya expuestas anteriormente, las vasijas más pequeñas tienden a ubicarse en la parte inferior de la gráfica mientras que las más grandes lo hacen en la parte superior. A su vez las piezas con diámetros de la boca más importantes tienden a situarse en la parte derecha de la gráfica.

La distribución observada permite una buena contrastación y validación de las agrupaciones obtenidas mediante el análisis de conglomerados ya que no se producen interferencias importantes entre las agrupaciones definidas anteriormente. Una vez realizados los análisis multivariantes se ha realizado una contrastación visual de las agrupaciones obtenidas para la definición de familia. En general, el nivel de ajuste entre las agrupaciones obtenidas con los análisis multivariantes respecto a la contrastación visual es alto y coherente.

A partir de la información obtenida con los análisis de conglomerados jerárquicos, análisis de componentes principales (componentes 1 y 2) y la contrastación visual, se han establecido para el conjunto de piezas con perfil completo o reconstituible de los yacimientos analizados las siguientes FAMILIAS. Como se ha comentado, en este nivel de agrupación no se persigue una definición de los perfiles ni de las formas, que se realizará en niveles de clasificación tipológica inferiores, sino que se pretende una agrupación de la cerámica a partir de conceptos como el tamaño, la proporción y la tendencia de abertura de las piezas.

FAMILIA I: Engloba recipientes muy pequeños de boca abierta y cerrada. El diámetro máximo oscila entre 6-11 cm y la altura entre 4-14 cm.

FAMILIA II: Son recipientes pequeños-medianos de boca cerrada y con el diámetro máximo situado en la parte media del cuerpo. El diámetro máximo oscila entre 12-17 cm y la altura entre 12-20 cm.

FAMILIA III: Recipientes medianos-pequeños con una tendencia de abertura muy abierta, el diámetro máximo está ubicado en la parte superior del cuerpo, en la boca. Presentan un índice de proporcionalidad más ancho que alto. El diámetro máximo oscila entre 10-15 cm y la altura entre 5-12 cm.

FAMILIA IV: Piezas de tamaño medio con el diámetro máximo en el cuerpo medio. El diámetro de la boca es inferior al diámetro máximo, tienen la boca ligeramente cerrada. El diámetro máximo oscila entre 15-21 cm y la altura entre 12-17 cm.

FAMILIA V: Familia compuesta por una sola pieza. Es una vasija proporcionada de tamaño mediano y con el diámetro máximo en el cuerpo medio. El diámetro máximo es de 25 cm y la altura de 10 cm.

FAMILIA VI: Son piezas medianas que tienen el diámetro máximo ubicado en el centro del cuerpo y presentan boca cerrada. El diámetro máximo oscila entre 15-25 cm y la altura entre 17-32 cm.

FAMILIA VII: Piezas medianas que presentan el diámetro máximo en el punto medio del cuerpo. El diámetro máximo oscila entre 22-24 cm y la altura entre 20-22 cm.

FAMILIA VIII: Familia compuesta por una sola pieza. Es una vasija más ancha que alta. El diámetro máximo está ubicado en el cuerpo medio y la boca es ligeramente cerrada. El diámetro máximo es de 24 cm y la altura de 22 cm.

FAMILIA IX: Piezas de volumen grande-medio con el diámetro máximo en el cuerpo medio y muy similar al diámetro de la boca. Son piezas más altas que anchas en las que el diámetro máximo oscila entre 18-25 cm y la altura entre 25-29 cm.

FAMILIA X: Recipientes de tamaño grande y proporciones poco esbeltas. El diámetro máximo, situado en el cuerpo, es mucho mayor al diámetro de la boca. El diámetro máximo es similar a la altura. El diámetro máximo oscila entre 34-35 cm y la altura entre 38-40 cm.

FAMILIA XI: Piezas de gran volumen poco esbeltas, algo cerradas y con el diámetro máximo en el punto medio del cuerpo. El diámetro máximo es similar a la altura y mayor al diámetro de la boca. El diámetro máximo oscila entre 25-32 cm y la altura entre 28-35 cm.

FAMILIA XII: Recipientes de tamaño grande con el diámetro máximo situado a la mitad del cuerpo y con un diámetro de la boca similar. Son más altas que anchas y el diámetro máximo oscila entre 30-33 cm y la altura entre 38-40 cm.

FAMILIA XIII: Familia compuesta por una sola pieza esbelta, de gran volumen y con el diámetro máximo en el cuerpo medio, que resulta mucho más alta que ancha. El diámetro máximo es de 27 cm y la altura de 40-45 cm.

FAMILIA XIV: Familia compuesta por una sola pieza de tamaño muy grande con el diámetro máximo en la boca. Es muy ancha y muy baja, el diámetro máximo es de 50 cm y la altura de 18 cm.

FAMILIA XV: Familia compuesta por una sola pieza de tamaño muy grande con el diámetro máximo en el cuerpo y boca cerrada. El diámetro máximo es de 42 cm y la altura de 55 cm.

A continuación se presentan sintetizadas las relaciones de las proporciones diámetro máximo y altura según las familias (en cm):

Familia	I	II	III	IV	V	VI	VII
Diámetro	6-11	12-17	10-15	15-21	25	15-25	22-24
Altura	4-14	12-20	5-12	12-17	10	17-32	20-22

Familia	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
Diámetro	24	18-25	34-35	25-32	30-33	27	50	42
Altura	22	25-29	38-40	40-45	38-40	40-45	18	55

25.3. Clasificación de las formas básicas.

Una vez realizado el primer nivel de clasificación tipológica se inicia el segundo nivel de categorización en el que se agrupan las piezas de cada familia a partir del concepto de FORMA BÁSICA. Como se comentó anteriormente, la inclusión de cada vasija dentro de un grupo va en función de un criterio cualitativo morfológico desarrollado a partir de la configuración del perfil de la pieza (Picazo 1993; López Cachero 2005).

Para el conjunto cerámico de los yacimientos postalayóticos de *Santa Ponça* se han definido nueve FORMAS BÁSICAS a partir de los perfiles constatados. La conjugación de estas formas básicas con las quince familias ya definidas ha generado un total de 33 agrupaciones. En la siguiente tabla puede observarse la asociación de cada grupo con las vasijas correspondientes.

FORMA BÁSICA	FAMILIA	Nº DE PIEZA
FB1	FI	TSB-9/90
FB2	FIII	TSF-1047, TSF-1048, TSF-338, TSB-6/75, TSB-4/27, TSB-4/26
	FIV	TSF-408
	FV	TSB-6/74
	FXIV	SM-103
FB3	FI	TSF-439, TSB-9/92, TSF-438, TSB-6/64, TSF-241, TSF-56, TSB-17/29, TSF-1078, TSB-4/29, TSB-9/89, TSB-17/28, TSF-242
	FII	TSF-8
	FIV	TSB 9-83
FB4	FI	TSB-6/63, TSB-6/62, TSB-8/32, TSB-6/76, TSB-6/67, TSB-17/27, TSB-17/26
	FII	SM-140, TSF-1090, TSB-6/87, TSB-1/299, TSB-1/67, TSB-9/82, TSB-1/300, TSB-6/60, TSB-2/41, TSB-6/60, TSB-7/31, TSB-17/24, TSB-6/61, TSB-6/65, TSB-9/86, TSB-2/40, TSB-7/159
	FIV	TSF-1104
	FVI	TSB-6/80, TSB-6/69, TSB-9/84, TSB-17/25, TSB-17/23, TSB-6/78, TSF-1100
	FVII	TSF-264, TSF-239, TSB-5/20
	FVIII	TSF-234
	FIX	TSF-243, TSF-228, TSB-6/77, TSB-9/81, TSF-244, TSB-9/88, TSB-6/81, TSF-352

FORMA BÁSICA	FAMILIA	Nº DE PIEZA
	FX	TSF-1082
	FXI	TSF-353, TSF-238, TSB-1/296
	FXII	TSB-9/80, TSB-9/79
	FXIII	TSB-6/82
	FXV	TSB-14/10
FB5	FX	TSB-1/294
	FXI	TSB-5/19
FB6	FI	TSB-7/30
	FII	TSB-6/68
	FVI	TSB-1/295, SM-180
	FIX	TSF-236, TSF-237, TSF-240
	FXI	TSF-235
FB7	FI	TSF-1122, TSB-4/28, TSB-9/91
	FIII	TSB-17/XXXI, TSB-17/XXIX, TSB-6/86
FB8	FII	TSB-7/158, TSB-6/73, TSB-6/71
	FIX	TSB-9/14
FB9	FI	TSB-6/85

Como puede observarse, la Forma Básica 4 es la que aparece mejor representada entre las diferentes familias y a la que se adscriben un mayor número de vasijas. De hecho, el 53% de las vasijas aparecen asociadas a esta forma básica. En el otro extremo, se situarían las formas básicas 1 y 9, que están representadas tan solo por una vasija respectivamente. Se trata de formas básicas marginales dentro de la producción cerámica de época postalayótica de la zona de *Santa Ponça*. Otra forma básica representada excepcionalmente es la 5, a la que se adscriben sólo dos vasijas. Todo este grupo de vasijas singulares proceden exclusivamente del yacimiento del *Turó de les Abelles*.

En una posición intermedia se encuentran las formas básicas 2, 3, 6, 7 y 8. Éstas pueden asociarse a un número suficientemente representativo de vasijas y aparecen distribuidas en distintas familias. Las formas básicas 3 y 7 están asociadas exclusivamente a familias de pequeño tamaño. El resto de formas básicas de este grupo se asocian tanto a vasijas de pequeño como mediano o gran formato.

Resulta interesante observar también como las piezas de la Familia I fabricadas según la Forma Básica 4, las de la Familia II adscritas a la Forma Básica 8 y las de la Familia III asociadas a la Forma Básica 7 se asocian exclusivamente con piezas del *Turó de les Abelles*. Por el contrario, las piezas de la Familia X fabricadas según la Forma Básica 9 se reducen solamente a piezas del turriforme escalonado de *Son Ferrer*.

25.4. Agrupación en tipos.

Esta agrupación en Familias y Formas Básicas permite iniciar el siguiente nivel de clasificación tipológica, el de la agrupación por TIPOS. Es en este nivel de clasificación cuando la información generada a partir de las agrupaciones empieza a tener un nivel de significancia importante. Es un momento en el que el cruce de la información tipológica generada con otras variables y estudios de tipo tecnológico, funcional, espacial, cronológico, ideológico-simbólico, etc., puede aportar información interpretativa relevante. Es, por tanto, a partir de este nivel de clasificación en el que se va a contemplar también el cruce entre las pastas de las vasijas con las agrupaciones tipológicas establecidas para las 51 piezas de perfil completo o reconstituible estudiadas arqueométricamente (Tablas 19-22).

Como se describió en el apartado metodológico, para el establecimiento de los tipos se han identificado una serie de indicadores morfométricos de referencia tipológica específicos para cada FORMA BÁSICA ya dividida en base a FAMILIAS. A la hora de aplicar este protocolo de trabajo al conjunto cerámico de varios yacimientos de la zona de *Santa Ponça* ha surgido una limitación importante. Ésta se relaciona con el escaso número de piezas de perfil completo o reconstituible con el que se cuenta. Ello ha provocado que, una vez establecidos los dos primeros niveles de clasificación tipológica de FAMILIAS y FORMAS BÁSICAS, encontremos, en muchos casos, grupos que presentan un reducido número de individuos. Ello imposibilita, si se quiere establecer una clasificación regida por criterios uniformes y unánimes, cualquier tipo de aplicación de análisis de agrupación multivariante. Incluso en los grupos más numerosos únicamente contamos con 17 (FII-FB4), 9 (FIX-FB4) y 11 ítems (FI-FB3), lo que resulta un importante inconveniente en el momento de asumir como buenas las conclusiones extraídas de este tipo de análisis ya que, dado normalmente el escaso número de individuos, no presentan un alto grado de robustez.

Esperamos que, en el futuro, la ampliación del protocolo a otras colecciones cerámicas de la isla permita dotar de solidez a cada uno de los tipos especificados, así como la aplicación de estrategias estadísticas en la clasificación cerámica a nivel de tipo. En total se han identificado 33 TIPOS distribuidos entre las diferentes FORMAS BÁSICAS y FAMILIAS. Una vez han sido reconocidos los tipos a partir de la forma básica y contrastados mediante la observación directa, se incorpora para cada uno de ellos una definición morfológica. En aquellas situaciones en las que el número de casos lo ha permitido se han identificado también las variables morfométricas identificativas del tipo. En definitiva, se ha definido cada tipo a partir de sus variables morfológicas y métricas (García Rosselló *et al.* inédito).

Con el fin de analizar la variabilidad métrica y proporcional se han realizado (García Rosselló *et al.* inédito) diferentes análisis exploratorios de tendencia central y cálculo de intervalos (Tablas 28.1-28.25): intervalos máximos y mínimos, análisis de los percentiles mediante diagramas de caja, etc., así como el análisis de la amplitud del intervalo delimitado por la desviación estándar alrededor de la media (Llull *et al.* 1999). En los resúmenes descriptivos estadísticos de los tipos, en los que se cuenta con al menos ocho casos, se ha calculado el *coeficiente de variación* con la finalidad de establecer el grado de variabilidad de algunas variables (Castro *et al.* 2003).

Debido al reducido número de piezas por tipo esta clase de análisis no se han podido realizar sobre la totalidad de los tipos y, únicamente, ha sido viable en aquellos casos en los que se contaba con cierto número de individuos. Debido a ello, el cálculo de medidas de tendencia central y análisis de intervalos no garantizan la posible variabilidad existente dentro de cada tipo. Únicamente el desarrollo de otras excavaciones así como la aplicación de los mismos criterios de clasificación y agrupación permitirá ir aumentando la robustez de las agrupaciones realizadas y de los intervalos definidos.


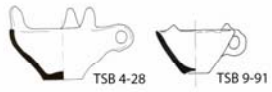



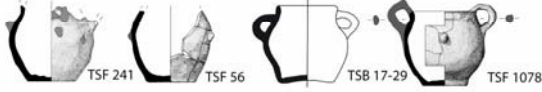


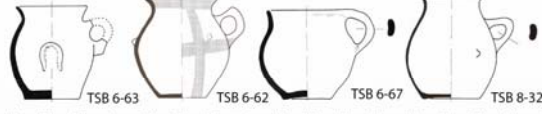

La definición de las variables métricas y de sus intervalos ha permitido, junto a las semejanzas formales, asignar a tipos ya definidos un total de 17 piezas²³² que no presentaban el perfil completo, es decir *piezas asociadas*, y que, por ello, no habían sido introducidas en las primeras fases de desarrollo de la propuesta tipológica.

²³² SM-416, TSB-7/33, TSB-6/66, TSB-2/42, TSF-229, TSF-317, TSF-326, SM-138, SM-796, SM-660, TSF-252, TSF-231, TSF-57, TSF-464, TSF-459, TSB-7/32, TSB-1/303.

Por consiguiente, contabilizando estas piezas asociadas junto con las 51 de perfil completo ya contempladas podemos sentenciar que el estudio conjunto de pastas y tipos realizado cuenta con un total de 68 piezas cerámicas. Por último, nos hemos encontrado con fragmentos de piezas, cuyas pastas han sido analizadas, pero que, sin embargo, no podían asimilarse a los tipos definidos y que, por su estado de fragmentación, no permitían ni su clasificación dentro de la propuesta tipológica ni su definición como un nuevo tipo. Estas piezas no se han analizado en este capítulo sino que simplemente se aporta su descripción morfológica en el Anexo IV.

Una vez establecida la clasificación tipológica en los distintos niveles, el procedimiento ha consistido en realizar una comparación de las pastas de los individuos que conforman cada una de las Familias, Tipos y Subtipos. A pesar de no haber podido realizar esta aproximación sobre la totalidad de las 100 piezas utilizadas para establecer la clasificación tipológica, pensamos que el número de casos disponibles resulta, *a priori*, suficiente para realizar interesantes contribuciones. Estas apreciaciones hacen referencia tanto a la tecno-funcionalidad potencial de las piezas como a ciertos aspectos del proceso de fabricación y al grado de variabilidad de la producción.





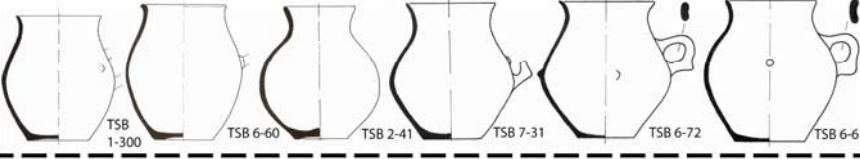
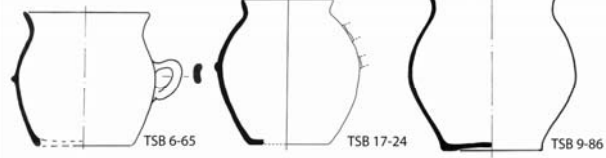
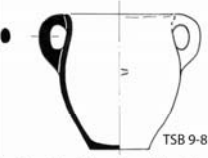
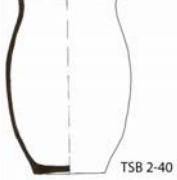
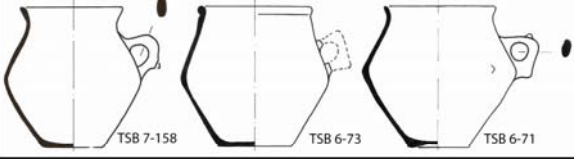

A continuación se presenta, sintetizado un resumen de la propuesta tipológica establecida con 100 piezas del área de *Santa Ponça* según las respectivas Familias, Formas Básicas, Tipos y Subtipos (García Rosselló *et al.* inédito).

FAMILIA I	F.B.7	Tipo 1	Subtipo 1.1	 TSF 1122
			Subtipo 1.2	 TSB 4-28 TSB 9-91
	F.B.1	Tipo 2		 TSB 9-90
	F.B.9	Tipo 3		 TSB 6-85
	F.B.3	Tipo 4	Subtipo 4.1	 TSF 439 TSB 9-92 TSF 438 TSB 6-64
			Subtipo 4.2	 TSF 241 TSF 56 TSB 17-29 TSF 1078
			Subtipo 4.3	 TSB 4-29 TSB 9-89 TSB 17-28
			Subtipo 4.4	 TSF 242
	F.B.4	Tipo 5	Subtipo 5.1	 TSB 6-63 TSB 6-62 TSB 6-67 TSB 8-32
			Subtipo 5.2	 TSB 17-27 TSB 17-26

F.B.: Forma Básica



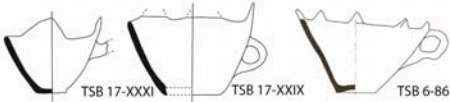




Análisis conjunto de pasta y tipología



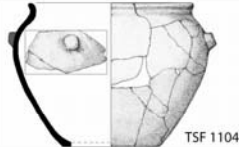

FAMILIA II	F.B.3	Tipo 6		
	F.B.4	Tipo 7	Subtipo 7.1	
			Subtipo 7.2	
			Subtipo 7.3	
			Subtipo 7.4	
			Subtipo 7.5	
			Subtipo 7.6	
			Subtipo 7.7	
	F.B.8	Tipo 8		
	F.B.6	Tipo 9		


F.B.: Forma Básica



FAMILIA III	F.B.6	Tipo 10	 TSB 7-30
-------------	-------	---------	---

FAMILIA IV	F.B.7	Tipo 11	 TSB 17-XXXI TSB 17-XXIX TSB 6-86
	F.B.2	Tipo 12	 TSF 1047
		Subtipo 12.1	 TSF 1048 TSF 338 TSB 6-75
		Subtipo 12.2	 TSB 4-27 TSB 4-26
F.B.4	Tipo 13	 TSB 6-76	

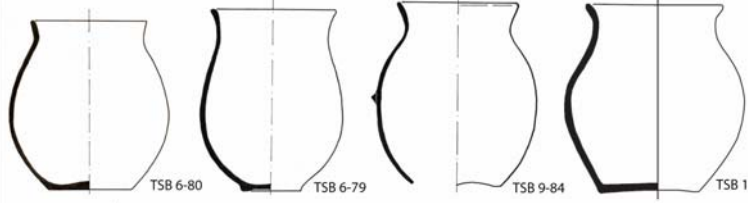
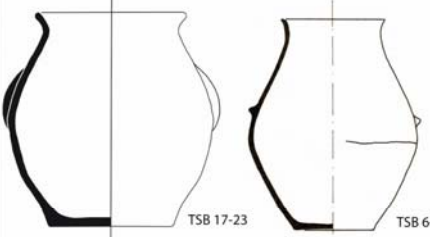
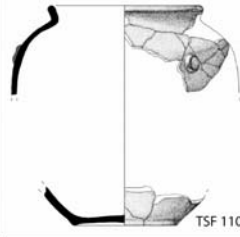
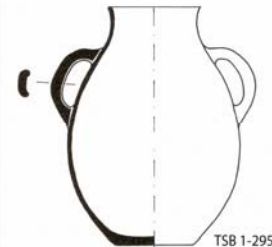
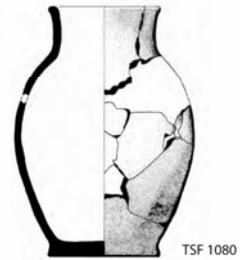
FAMILIA V	F.B.2	Tipo 14	 TSF 408
	F.B.3	Tipo 15	 TSB 9-83
	F.B.4	Tipo 16	 TSF 1104
	F.B.6	Tipo 17	 TSB 7-159

FAMILIA VI	F.B.2	Tipo 18	 TSB 6-74
------------	-------	---------	---

F.B.: Forma Básica

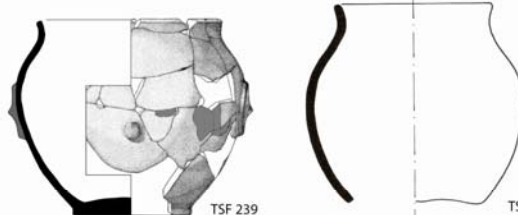
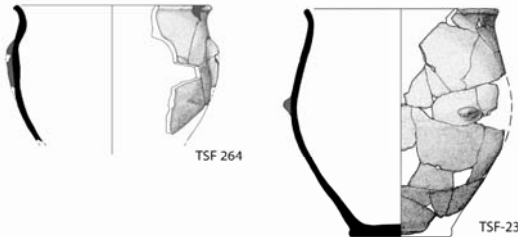
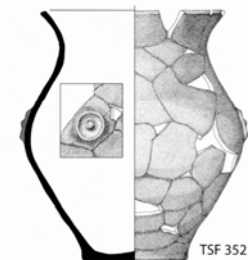


Análisis conjunto de pasta y tipología

FAMILIA VII	F.B. 4	Tipo 19	Subtipo 19.1	 <p>TSB 6-80 TSB 6-79 TSB 9-84 TSB 17-25</p>  <p>TSB 17-23 TSB 6-78</p>
			Subtipo 19.2	 <p>TSF 1100</p>
	F.B. 6	Tipo 20	Subtipo 20.1	 <p>TSB 1-295</p>
			Subtipo 20.2	 <p>TSF 1080</p>

F.B.: Forma Básica



FAMILIA VIII	F. B. 4	Tipo 21	Subtipo 21.1	 <p>TSF 239</p> <p>TSB 5-20</p>
Subtipo 21.2				 <p>TSF 264</p> <p>TSF-234</p>
Subtipo 21.3				 <p>TSF 352</p>

F.B.: Forma Básica



Análisis conjunto de pasta y tipología

FAMILIA IX	F.B. 4	Tipo 22	Subtipo 22.1	

Subtipo 22.2				

Subtipo 22.3				

Subtipo 22.4				

F.B.: Forma Básica



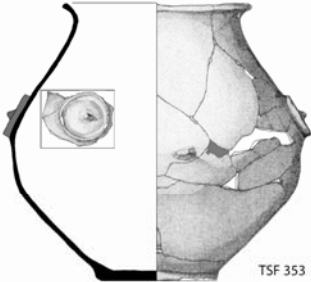

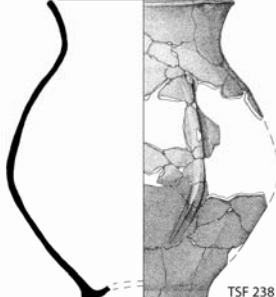
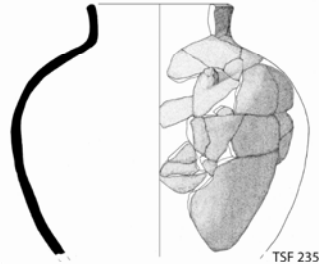
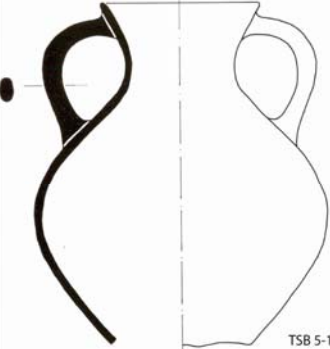
FAMILIA IX	F.B. 6	Tipo 23	
	F.B. 8	Tipo 24	

FAMILIA X	F.B. 5	Tipo 25	
	F.B. 4	Tipo 26	

F.B.: Forma Básica

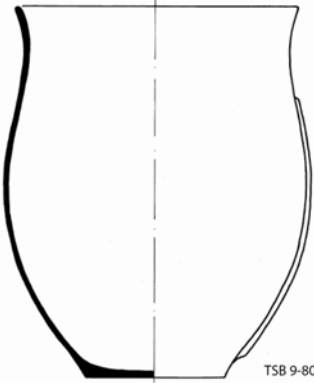
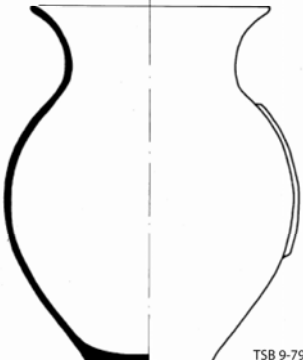


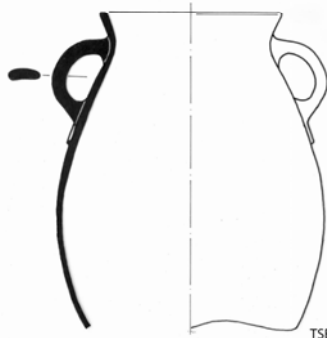
Análisis conjunto de pasta y tipología

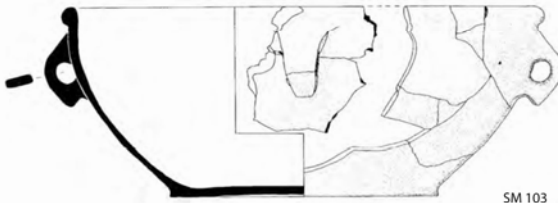
<p>FAMILIA XI</p>	<p>F.B. 4</p>	<p>Tipo 27</p>	<p>Subtipo 27.1</p>  <p>TSF 353</p>
			<p>Subtipo 27.2</p>  <p>TSB 1-296</p>
			<p>Subtipo 27.3</p>  <p>TSF 238</p>
	<p>F.B. 6</p>	<p>Tipo 28</p>	 <p>TSF 235</p>
	<p>F.B. 5</p>	<p>Tipo 29</p>	 <p>TSB 5-19</p>

F.B.: Forma Básica



FAMILIA XII	F.B. 4	Tipo 30	Subtipo 30.1	
			Subtipo 30.2	

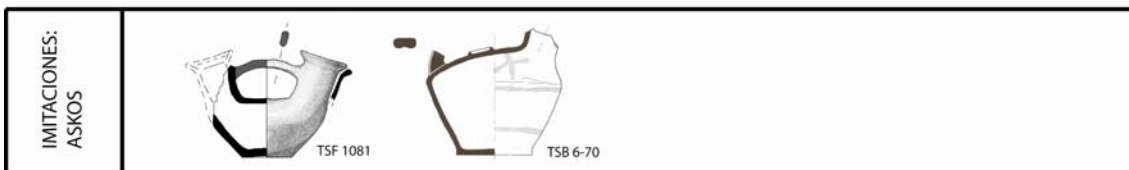
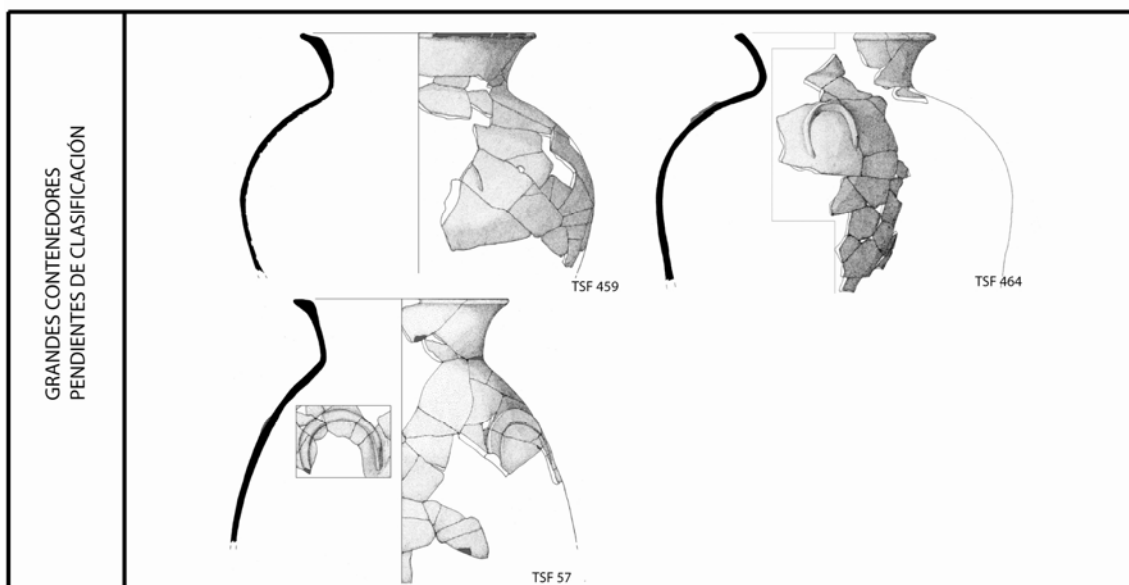
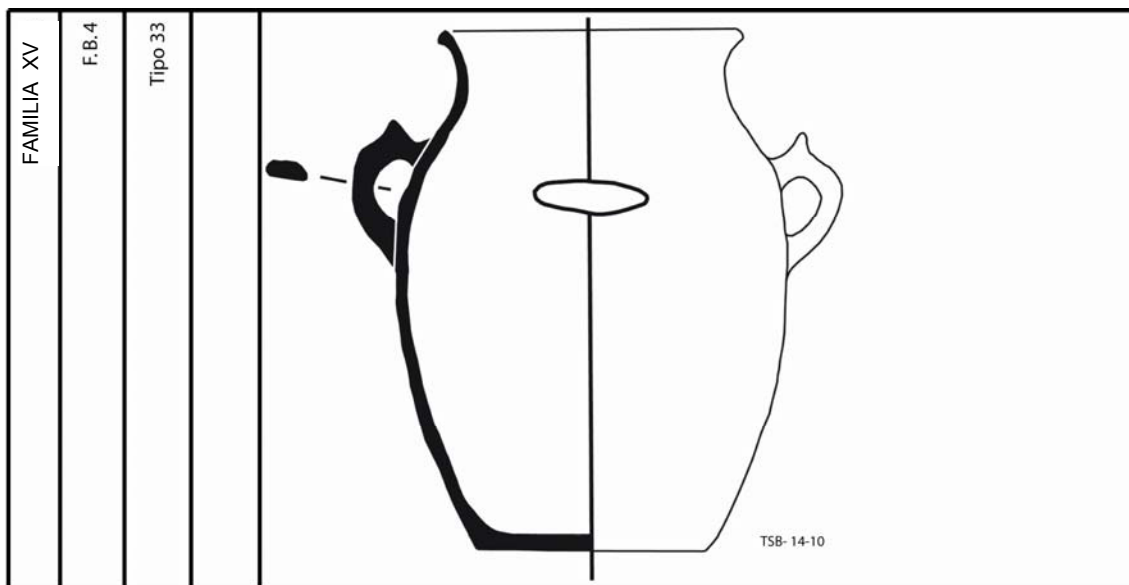
FAMILIA XIII	F.B.4	Tipo 31		
--------------	-------	---------	--	---

FAMILIA XIV	F.B.2	Tipo 32		
-------------	-------	---------	--	--

F.B.: Forma Básica



Análisis conjunto de pasta y tipología



F.B.: Forma Básica



25.4.1. Familia I.

De la Familia I, que se subdivide morfológicamente en cinco Tipos, se ha analizado la pasta de nueve piezas. Ya descritas las características morfométricas de la misma, pueden destacarse algunas particularidades de las pastas de esta familia, como una cantidad moderada o baja de desgrasante mineral (<8%), existiendo divergencias en función de la cantidad de cuarzo y calcita. El desgrasante vegetal suele ser variable (5-15%), superando en cantidad al mineral, y la cantidad de ambos desgrasantes suele ser media (7-16%). En definitiva, al margen de esta tendencia general, no se constata un patrón unificado a la hora de realizar las piezas de esta familia. Se documentan piezas tanto de la Fábrica 2 como de la Fábrica 3, y una de la Fábrica 4 (TSB-8/32).

La única característica en común se relaciona con la textura que, en todos los casos, es de tipo GT-C (GT-C2, GT-C3 y GT-C4), es decir, son piezas con una cantidad baja de desgrasante mineral y una textura preferiblemente media-fina y submilimétrica. Este aspecto, unido al tamaño de las piezas, podría indicar que se trata de una familia de vasijas con pastas de grano fino y, potencialmente, no apta para un uso culinario, sino más adecuada para el servicio o el consumo individual de productos. Otro aspecto en el que coinciden las piezas es en la estrategia de cocción, todas están cocidas a baja temperatura, muestran un núcleo reducido y sólo márgenes muy estrechos oxidados.

Si se dividen las pastas en función de los tipos identificados se observan ciertas tendencias en función de los mismos. De este modo, se han seleccionado cinco variables que presentaban un número suficiente de casos ($n = 8$) con las que se ha realizado un análisis factorial con el método de Componentes Principales. El primer componente obtenido representa un total del 41.7% de la varianza mientras el segundo un 37.2%, sumando los dos un 72% de la varianza observada. El primer componente muestra un alto peso del porcentaje de calcita y cuarzo determinados por DRX, que tienen una correlación negativa entre sí. El peso en el segundo componente aparece supeditado a la cantidad de desgrasante vegetal y al porcentaje total de desgrasante en la pasta, variables que van estrechamente correlacionadas. Este procedimiento ha permitido observar divergencias entre los distintos tipos (Fig. 323), excepto en la pieza TSB-8/32 del Tipo 5 cuya pasta muestra unos rasgos más cercanos a los del Tipo 4. Estos dos últimos tipos son los que, como se señalará a continuación, están mejor confeccionados.

Análisis conjunto de pasta y tipología

Finalmente, indicar que las pastas de esta familia, si bien suelen estar pobremente preparadas, presentan tratamientos de la superficie en forma de engobes que favorecen una menor macroporosidad, así como la ocultación de los defectos de manufactura. Puede observarse una correlación negativa significativa (>0.8) entre el porcentaje de calcita y cuarzo de las muestras en el primer componente y una correlación positiva entre el porcentaje de desgrasante vegetal y el total de desgrasante presentes en la pasta. Este último aspecto es indicativo de que la cantidad de desgrasante vegetal determina, por encima de la de mineral, la cantidad de desgrasante presente en la pasta.

	Total	% de la varianza	% acumulado
1	2,086	41,727	41,727
2	1,864	37,278	79,005
3	1,046	20,910	99,915
4	,004	,085	100,000

	Componente		
	1	2	3
% Calcita	,881	-,449	,145
% Mineral	-,461	-,321	,828
% Vegetal	,491	,870	-,052
% Cuarzo	-,895	,414	-,163
% Desgrasante	,240	,795	,557

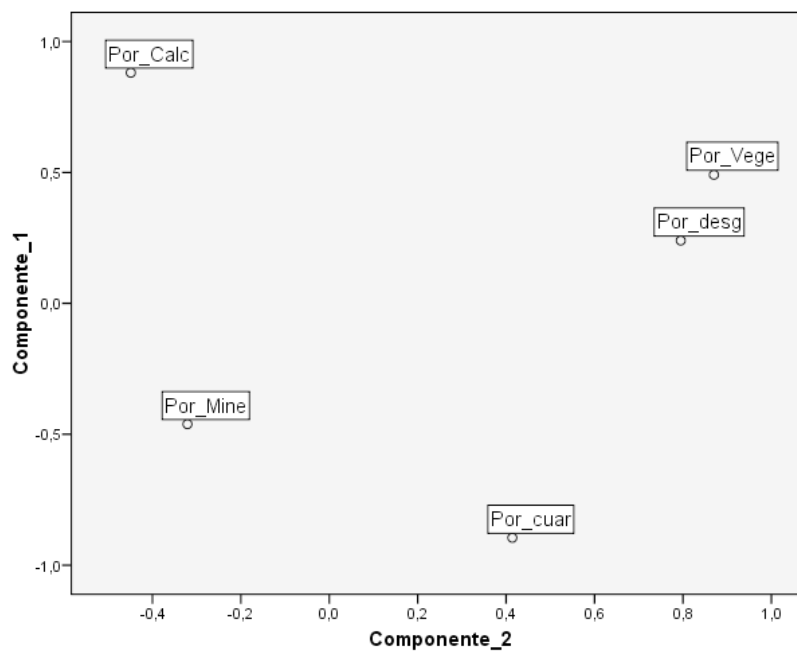


Figura 322. Gráfico mostrando la dispersión de las variables utilizadas en el ACP en el primer y segundo componente.

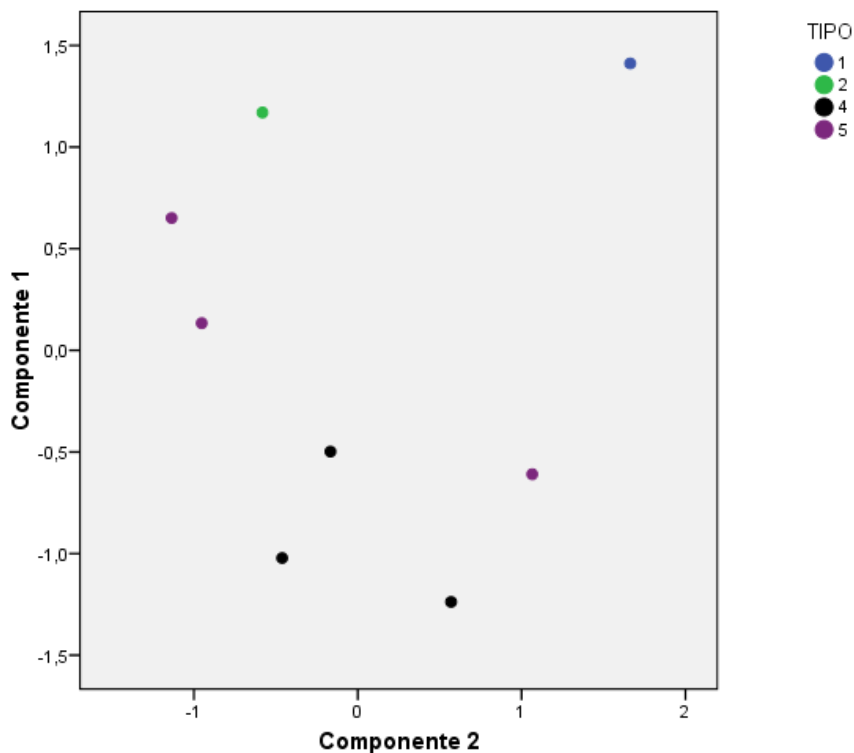


Figura 323. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas de la Familia I según puntuaciones obtenidas en los componentes 1 y 2 del ACP y en función de los tipos identificados.

25.4.1.1. Tipo 1 (FB7): TSB-9/91.

Se trata de una copa crestada que se ha asociado a una tipología propia del postalayótico y, a menudo, vinculada a actividades y contextos simbólicos²³³. Es una pieza con base plana roma y fondo convexo con el cuerpo troncocónico en base a la Forma IIIA, sin cuello y con borde divergente recto que presenta un asa de cinta. Como elementos plástico-decorativos hay que destacar la presencia de crestas a la altura del labio. Estas vasijas son asimilables al Tipo VI de Pons (1985) que las denomina como “copas” y al Tipo I de Enseñat (1981) que las llama “copas crestadas”. Sin embargo, esta pieza completa presenta como caracteres únicos la ausencia de repié y moldura exterior, en cambio presenta las crestas cilíndricas.

²³³ Las copas crestadas constituyen el ajuar cerámico típico de santuarios, estando tradicionalmente ligadas con prácticas rituales en época Postalayótica (Guerrero 1984).

Se han adscrito a este tipo otras dos piezas que se caracterizan por conservar sólo la cresta, a pesar de no haber podido establecer sus rasgos tipológicos y métricos se ha decidido asociarlas a este tipo de vasijas crestadas, se trata de las piezas SM-416 y TSB-7/33 (Fig. 325). Al ser crestas, sabemos que se corresponden con la misma forma, aunque no tenemos el perfil completo y podrían responder a tamaños ligeramente mayores.

En lo que se refiere a la pasta, la pieza TSB-9/91 no aparece vinculada a ninguno de los Grupos de Referencia del *Turó de les Abelles* sino que se sitúa como un *outlier* de la Producción SM-B1 debido a un contenido más alto de Rb respecto a este Grupo de Referencia. Este aspecto es interesante puesto que, esta misma pieza, ha mostrado también unas técnicas de modelado peculiares dentro del registro del yacimiento (García Rosselló 2010). Igualmente, la pieza SM-416 también se ha asociado a la producción del *Puig de Sa Morisca* SM-B1 lo que podría indicar que, en este yacimiento, estarían habituados a realizar este tipo de cerámicas y que podrían haberlas distribuido a yacimientos cercanos, como el *Turó de les Abelles*. Se constata también la utilización de arcillas muy parecidas o con un origen similar para confeccionar unas piezas muy singulares tipológicamente. También el empleo de una tecnología muy similar puesto que ambas se han asociado a la Fábrica 3. Por otro lado, la pieza TSB-7/33 no se asocia a ninguna producción, se asocia a la Fábrica 8 y presenta niveles de CaO y calcita (10-13%) más bajos.

Todas estas piezas se caracterizan por presentar concentraciones moderadas de Fe₂O₃ (4.3-5.6%), una pasta con escaso mineral (<2%) y con abundante vegetal (14%), en el caso de las vasijas adscritas a producciones del *Puig de Sa Morisca*, por estar realizadas con una pasta muy calcárea (calcita 56-58% y CaO 34-41%) pero muy fina. Sin embargo, la materia orgánica de estas piezas tiene un tamaño muy grande y se distribuye heterogéneamente por la matriz, lo que indica una mala preparación y un deficiente amasado de la pasta. Señalar que la pieza SM-416 destaca por tener cantidades menores de materia orgánica (5.7%) y por presentar mayor cantidad de CaO y de desgrasante mineral (6.7%) que se relacionan con la adición de algunos cristales de calcita cristalina mal homogeneizados y triturados que se ordenan en una fracción superior a 800 µm. Finalmente, hay que indicar que la pieza TSB-9/91 presenta un engobe fino en su superficie interna.

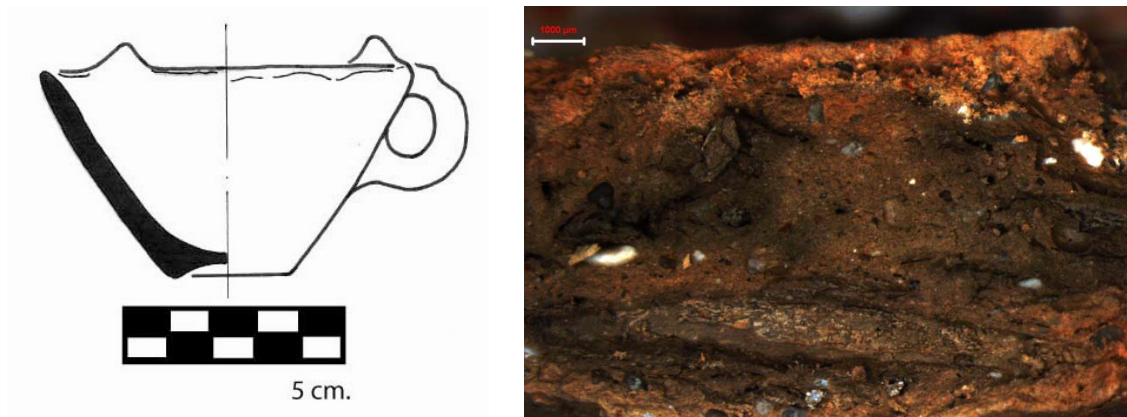


Figura 324. Dibujo de la pieza TSB-9/91 (Camps y Vallespir 1998) y microfotografía con binocular de la pasta mostrando una distribución heterogénea de los desgrasantes así como una gran traza vegetal.

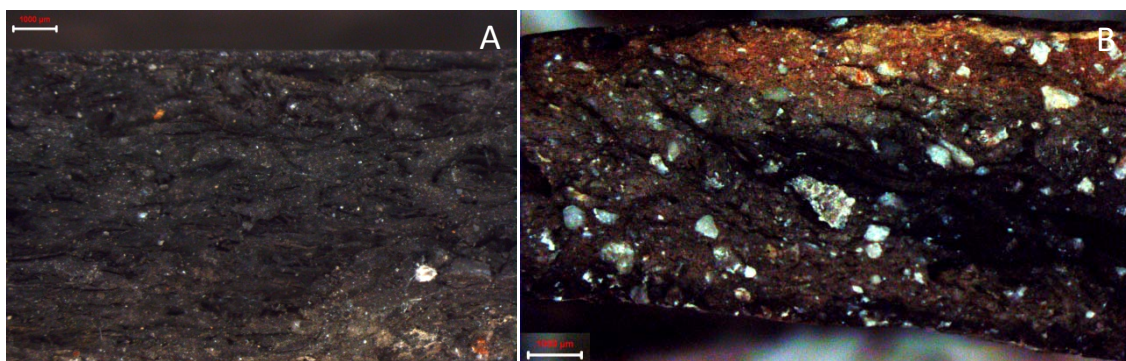


Figura 325. Microfotografías con binocular de la pasta de las piezas asociadas al Tipo 1. A) Pasta de textura muy fina en la pieza TSB-7/33. B) SM-416 mostrando una distribución heterogénea de los desgrasantes.

25.4.1.2. Tipo 2 (FB-I): Pieza TSB-9/90.

Tipo compuesto por una única vasija procedente del Sector 9 del *Turó de les Abelles* (TSB-9/90) adscrita a una cronología del II BC. Presenta base plana roma y cuerpo troncocónico Forma IIIA, sin cuello y borde divergente recto, no posee elementos de presión ni elementos plástico-decorativos. Se trata de una forma muy simple que tiene presencia a lo largo de toda la Edad del Hierro. Es asimilable al Tipo III.A.1 de Pons (1985), la Forma 1 del Talayótico II de Fernández Miranda (1978), el Tipo J de Camps *et al.* (1980) o el Tipo 2 de Ensenyat (1981). Se observan piezas de las mismas características entre V-II BC en yacimientos funerarios como *Son Real* (SR104/1, Hernandez 1998) y *Son Maimó* (3, Veny 1977). También durante IV-I BC en santuarios como *Son Marí* (261, Guerrero 1983) y *Son Corró* (18497, Fernández Miranda 1978).

Análisis conjunto de pasta y tipología

En lo que a la pasta se refiere esta pieza no ha sido clasificada en ninguna producción, si bien se documenta como *outlier* del Grupo de Referencia SM-A1, resulta diferente del resto de piezas típicas de producciones del *Turó de les Abelles*. Este aspecto es interesante puesto que, como sucedía con la pieza TSB-9/91, también ha mostrado unas técnicas de modelado peculiares dentro del registro de este yacimiento, siendo éstas coincidentes en ambas piezas (García Rosselló 2010). Ambas piezas coinciden también en vincularse a la Fábrica 3.

Esta pieza del Tipo 2 presenta una pasta muy calcárea (Calcita 60%, CaO 31.5%) que, en este caso, parece asociarse, en parte, a la adición de pequeñas cantidades de calcita cristalina. Las paredes de esta vasija son muy finas y, al igual que en la pieza TSB-9/91, los desgrasantes están muy mal distribuidos por la matriz. Esta pasta también se ha separado en el análisis ACP del resto de tipos de la Familia I por presentar una pasta muy calcárea, con cantidades más moderadas de materia vegetal (7.6%). La adición de escaso desgrasante mineral provoca ciertos cambios en la textura y un ligero incremento de la cantidad de granos aislados de mayor tamaño. De todas formas, se puede seguir vinculando esta pieza al gran grupo señalado de “cerámicas finas”, puesto que tiene menos del 3% de anti-plástico mineral. Finalmente, señalar que esta pieza presenta un engobe en su superficie externa.

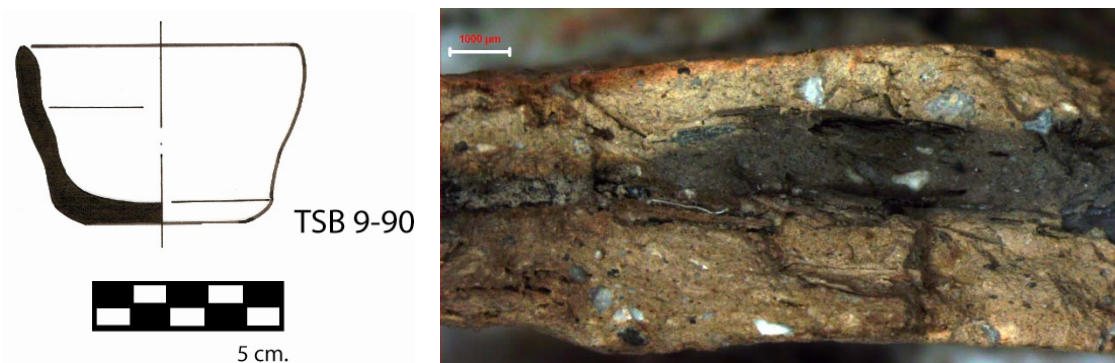


Figura 326. Dibujo de la pieza TSB-9/90 (Camps y Vallespir 1998) y microfotografía con binocular de la pasta de la pieza mostrando una distribución heterogénea.

25.4.1.3. Tipo 4 (FB-III): TSF-1078; TSF-56; TSF-242; TSB-17/29.

Son vasijas procedentes del Ámbito Funerario I (TSF-56 y TSF-242) del turriforme escalonado de *Son Ferrer*, fechables entre el 450-200 BC. La vasija TSF-1078 procede del *Ámbito No Funerario II* de este mismo asentamiento y está datada en el intervalo cronológico 200-70 BC. La vasija TSB-17/29 es del Sector 17 del *Turó de les Abelles*. Este sector no ha sido publicado, sin embargo, su cronología parece ser del siglo II BC, como ocurre con el resto del yacimiento. Son piezas con base plana roma de fondo plano y unión base-cuerpo en curva continua, cuerpo ovoide horizontal con Forma IIc sin cuello y borde divergente curvado. Pueden presentar opcionalmente asas de cinta y de elementos plásticos decorativos. Este grupo de vasijas se puede relacionar con el Tipo IV de Pons (1985), el Tipo XXIV.E (Pons 1991)²³⁴, los tipos 1, 6 y 8 del Talayótico II de Fernández Miranda (1978) y el tipo jarra ovoide de Palomar (2005).

Vasijas tipológicamente similares pueden encontrarse en el poblado de *Son Fornés* (Palomar 2005), en la cueva de enterramiento de *Ses Copis* (Enseñat 1981), en la necrópolis de *Sa Carrotja* (Pons 1991), en *Son Taixaquet* (Pons 1991) y en *Puig des Moros de Llevant* (Guerrero 1982). Su cronología abarca desde el siglo V BC al I AC, pudiéndose establecer el siglo IV-II BC como el momento de mayor presencia. Se trata también de un tipo muy extendido, aparece tanto en santuarios como en lugares de habitación y necrópolis.

La mayoría de las piezas de este Tipo no han sido analizadas químicamente y, sin embargo la pieza TSF-242, de la que sí se conoce su composición química, desconocemos su textura. A pesar de estas limitaciones se tratará de plasmar los rasgos básicos de sus pastas. Aunque este tipo representa morfológicamente distintos subtipos, la correspondencia entre éstos y los distintos tipos de pastas no ha podido ser verificada, por este motivo se ha optado por describir conjuntamente las piezas sólo a nivel de tipo.

Las piezas siguen la tónica observada en la Familia I, pastas calcáreas con una cantidad moderada de calcita (27-45%) que poseen escaso desgrasante mineral (5-6%) y vegetal (4-7%) estando relativamente en proporciones 1:1. Estos rasgos remiten a piezas de la Fábrica 3, sin embargo, deben realizarse futuros análisis químicos de las vasijas para descartar que éstas no se asocien a la Fábrica 2.

²³⁴ Pons (1991: 43) las asimila a imitaciones de paredes finas. A nuestro entender, el paralelismo no está nada claro en cuanto que las paredes son relativamente gruesas, la forma no imita alguna descrita por Mayet (1975) y las decoraciones, cuando existen, no son las mismas.

La pieza TSF-242 también se ha evidenciado muy calcárea ($\text{CaO} = 28.6\%$), aunque presenta también cantidades ligeramente altas de Fe_2O_3 (8%), por lo que se asociaría, por su relativo carácter ferruginoso, a la Fábrica 2. La pieza TSB-17/29, al no haber sido analizada químicamente, no ha podido ser adscrita a esta fábrica, sin embargo el aspecto de la pasta y los tonos rojo intenso de las superficies sugieren su inclusión en la misma.

En general, son pastas de grano fino (GT-C3), con arenas y cantidades muy moderadas de calcita cristalina que afectan a la textura de las piezas, que pueden presentar granos gruesos aislados en la matriz. La tendencia, si bien en estas piezas se observa un amasado más intenso de las pastas respecto a los tipos anteriores, es a presentar pastas poco cuidadas, heterogéneas en su ordenación donde predominan granulometrías finas con cantidades moderadas de desgrasante orgánico. En todos los casos la estrategia de cocción fue muy parecida, obteniéndose núcleos reducidos y sólo márgenes oxidados, se desarrollaron cocciones a baja temperatura y durante un breve periodo de tiempo. Todas las variables consignadas resultan coincidentes; serían piezas tecnológicamente muy parecidas, de modo que aparecen muy bien agrupadas en el gráfico realizado con los resultados del ACP.

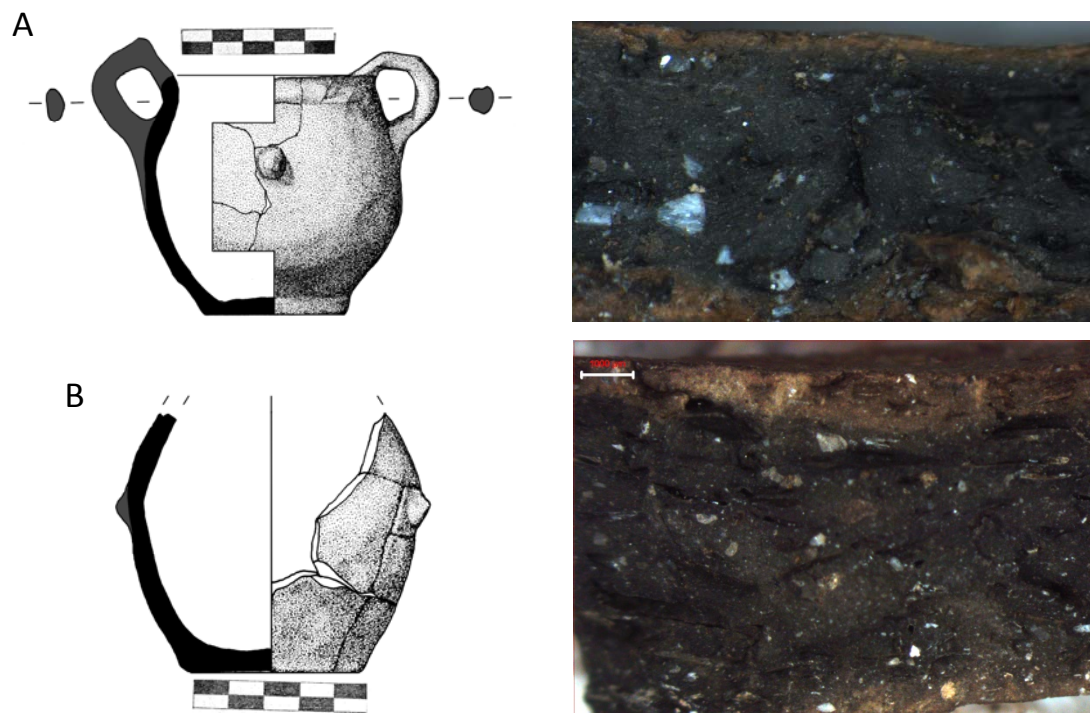


Figura 327. Dibujos de las piezas TSF-1078 (A) y TSF-56 (B) con sus correspondientes microfotografías con binocular de la pasta de las piezas mostrando una distribución heterogénea de los desgrasantes.

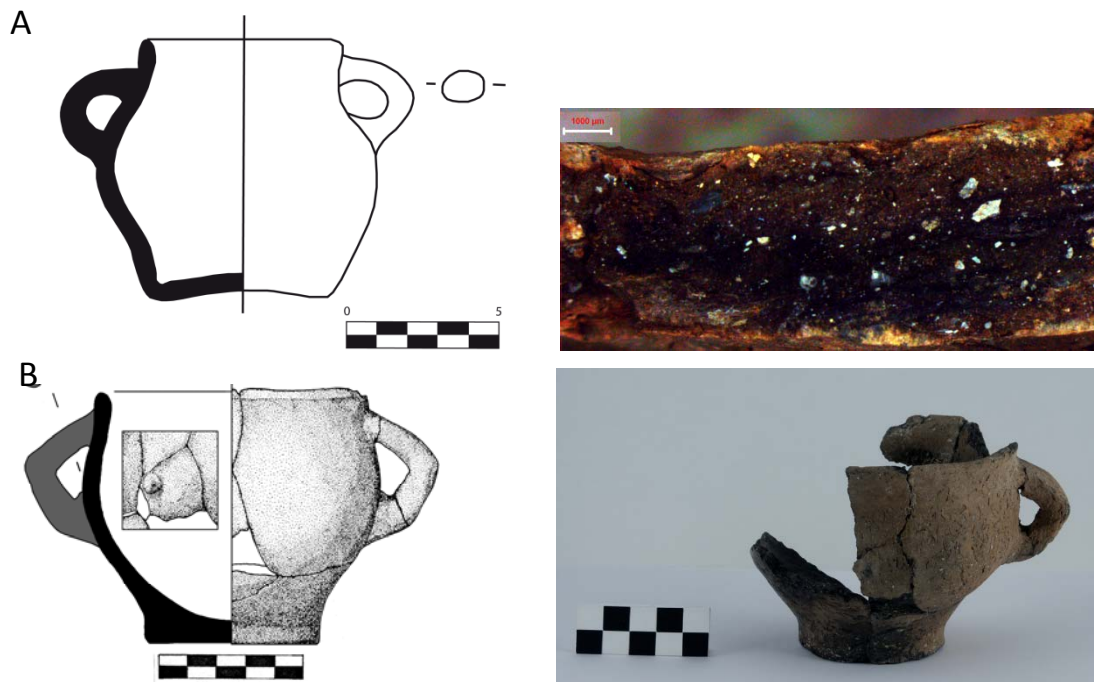


Figura 328. A) Dibujo de la pieza TSB-17/29 (Dibujo: J. García Rosselló) y microfotografía con binocular de la pasta de la pieza. B) Dibujo de la pieza TSB-242 y fotografía del aspecto de la pieza (Foto: J. García Rosselló).

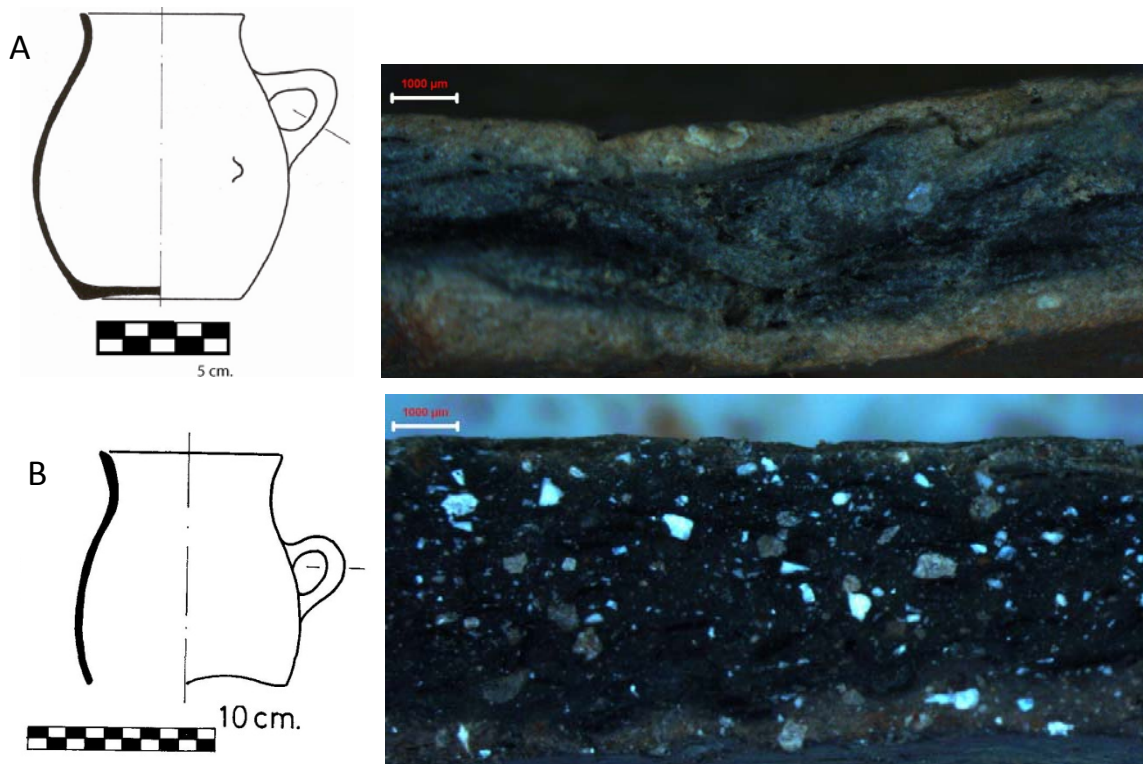
25.4.1.4. Tipo 5 (FB-IV): TSB-8/32; TSB-6/66 (asociada) y TSB-2/42 (asociada).

Son piezas del siglo II-I BC con el cuerpo ovoide horizontal Forma IIc, cuello de desarrollo medio/incipiente y borde divergente curvado. Pueden presentar opcionalmente asas de cinta y elementos plástico-decorativos que consisten en bandas y mamelones, así como pintura formando bandas cruzadas. Este grupo de vasijas se puede adscribir por dimensiones y perfil al Tipo VIII.B.1 o al X.A. de Pons (1985). Son asimilables también, a la Forma 6b o las piezas de mayores dimensiones del Tipo 8 que constituye un grupo algo más heterogéneo del Talayótico II de Fernández Miranda (1978). Encontramos paralelos de este tipo en el santuario de *Els Antigors* (Colominas 1920) y en las cuevas funerarias de *Cova Monja* y *Son Taixaquet* (Ensenyat 1981). Su cronología es algo imprecisa, sin embargo, se situaría en el intervalo V BC y I DC.

En lo que se refiere a las pastas analizadas de este tipo todo indica la utilización de arcillas ricas en hierro (Fe_2O_3 7.2-11.8%), si bien se constatan dos tendencias claras que se manifiestan claramente en el ACP y se producen en un mismo yacimiento y periodo. Éstas se visualizan también en términos de fábrica, puesto que se documentan asociadas a este tipo tanto la Fábrica 2 (TSB-6/66 y TSB-2/42) como la Fábrica 4 (TSB-8/32).

Análisis conjunto de pasta y tipología

Por un lado, la pieza TSB-8/32, que no ha podido clasificarse dentro de ningún Grupo de Referencia, no presenta apenas desgrasante mineral (4.1%). Se ha utilizado una arcilla muy fina mezclada con vegetal (9.4%) y se han obtenido unas paredes muy delgadas. Además, esta pieza presenta cantidades ligeramente menores de Fe_2O_3 . Por otro lado, las otras dos piezas, TSB-2/42 y TSB-6/66 se han vinculado respectivamente a los Grupos de Referencia TSB-B2 y TSB-A2 y son las que han presentado cantidades más altas de Fe_2O_3 y texturas más gruesas dentro de la familia. Se puede señalar la adición de calcita cristalina en cantidades moderadas (4-8%) en conjunción con desgrasante vegetal (5%). Estas dos piezas se han asociado a producciones que resultan cercanas textural y petrográficamente entre sí y se muestran relativamente bien confeccionadas, especialmente si las comparamos con las vasijas de los tipos 1 y 2. A pesar de las diferencias observadas en las pastas, todas las piezas de este tipo presentan una estrategia de cocción análoga, coincidente con la comentada para los tipos anteriores. Finalmente, señalar la presencia de engobes en las superficies de las piezas de este tipo.



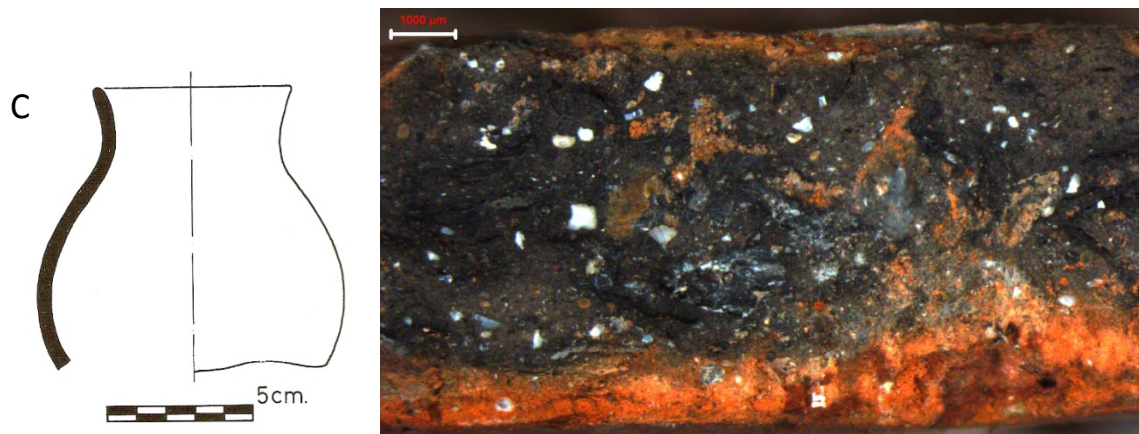


Figura 329. Perfiles y microfotografías con binocular de la pasta y de las piezas del Tipo 5. A) Pieza TSB-8/32, B) TSB-6/66 y C) TSB-2/42. Observar las diferencias texturales entre la primera y las dos últimas piezas (Dibujos: Camps y Vallespir 1998).

25.4.2. Familia II.

De esta familia se han analizado un total de 14 vasijas asociadas a los tipos 6, 7 y 8, los resultados obtenidos muestran diferencias importantes respecto a la Familia I. En ésta, un incremento en la cantidad de desgrasantes estaba relacionado con un aumento en la cantidad de vegetal en la pasta. Ahora el comportamiento se invierte y la cantidad total de desgrasante en la pasta está más correlacionada con la cantidad de mineral presente en la matriz (r Pearson = 0.709, $n = 15$) y, en menor grado con la cantidad de CaO que se documenta en la pasta (r Pearson = 0.657, $n = 14$). Este aspecto indica que gran parte del registro está condicionado por la adición de desgrasante mineral a la pasta, esencialmente calcita. Este fenómeno aparece claramente plasmado en el análisis factorial realizado, se han seleccionado siete variables que presentaban un número suficiente de casos ($n = 8$) con las que se ha realizado un análisis con el método de Componentes Principales. Desgraciadamente el Tipo 6, al no contar con el número requerido de variables, no ha sido considerado en el análisis.

El primer componente obtenido representa un total del 57.3% de la varianza mientras el segundo un 20.3%, sumando los dos un 77.8% de la varianza observada. El primer componente muestra un alto peso (> 0.7) de las variables porcentaje de calcita, % CaO, porcentaje total de desgrasante y porcentaje de desgrasante mineral, que muestran todas ellas una correlación positiva. Este aspecto evidencia que las variaciones en el grupo están estrechamente condicionadas por la cantidad de carbonatos añadidos a la pasta.

Análisis conjunto de pasta y tipología

Por otro lado, se observa una correlación negativa muy significativa entre estas variables y la cantidad de cuarzo y Fe_2O_3 , determinadas respectivamente mediante DRX y FRX. El peso en el segundo componente aparece supeditado a la cantidad de desgrasante vegetal, que muestra una correlación negativa con la cantidad de mineral presente en la pasta. Cuando aumenta el porcentaje de mineral en las pastas el desgrasante orgánico decrece. Este procedimiento ha permitido observar divergencias entre los distintos tipos (Fig. 331), y dentro de un mismo tipo, que a continuación se explicitan.

	Total	% de la varianza	% acumulado
1	4,027	57,533	57,533
2	1,424	20,347	77,881
3	,781	11,164	89,045
4	,649	9,271	98,316
5	,098	1,402	99,718
6	,020	,282	100,000

	Componente	
	1	2
% Calcita	,878	,233
% Mineral	,733	-,480
% Vegetal	,300	,850
% Cuarzo	-,831	-,326
% Desgrasante	,866	,168
% Fe_2O_3	-,620	,460
% CaO	,896	-,268

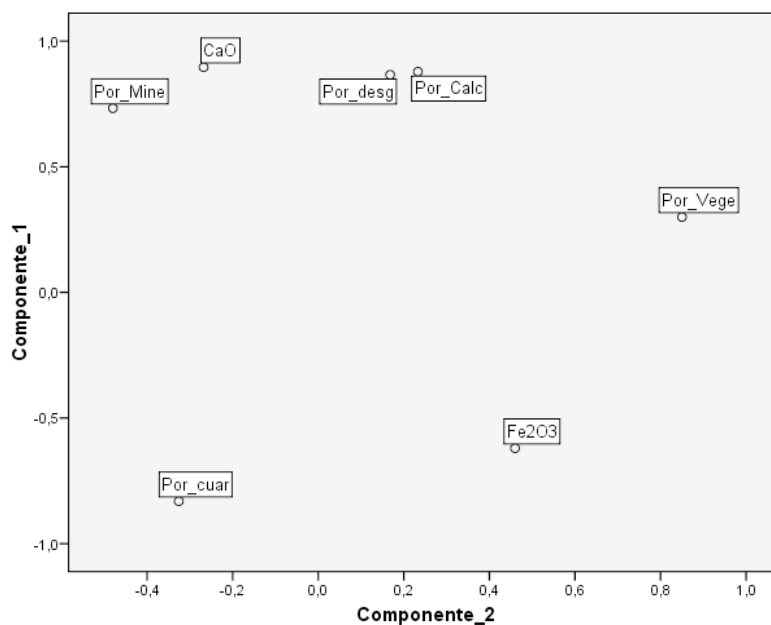


Figura 330. Gráfico mostrando la dispersión de las variables utilizadas en el ACP en el primer y segundo componente.

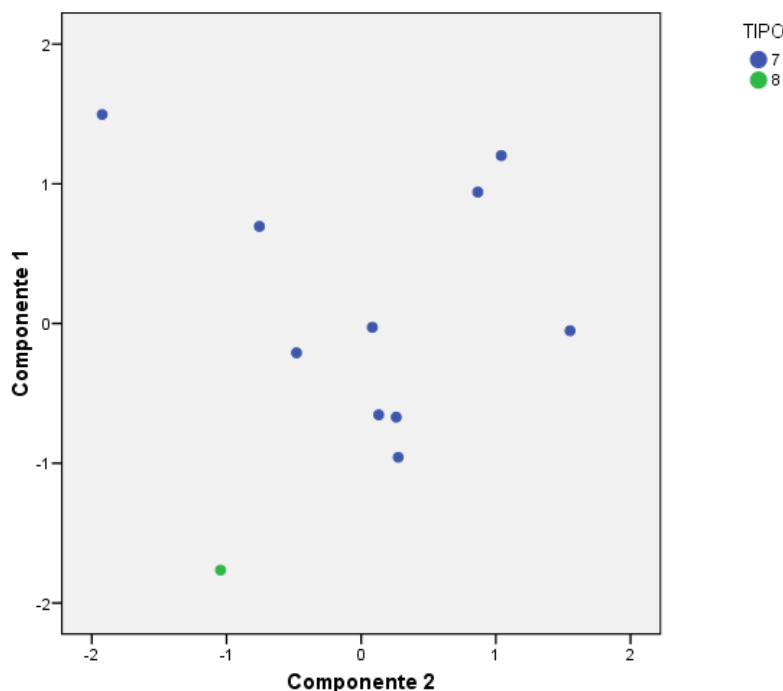


Figura 331. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas de la Familia II en función de las puntuaciones obtenidas en los componentes 1 y 2 del ACP y marcadas según tipo.

25.4.2.1. Tipo 6 (FB-III): TSF-8.

Es un tipo compuesto por una única vasija procedente del *Ámbito Funerario I* del turriforme escalonado de *Son Ferrer* (TSF-8) con una datación que iría entre 400-200 BC. La pieza tiene cuerpo ovoide vertical Forma IIc, sin cuello y con borde convergente recto. Presenta asideros horizontales y simétricos en apéndice o lengüeta y carece de elementos plásticos decorativos. Es un tipo que puede relacionarse, por forma y tamaño, con la Forma IVC de Pons (1985), sin embargo, este tipo no presenta elementos de prensión y el cuerpo presenta ciertas diferencias. También se encuentran ciertas semejanzas con la Forma 6 variante c del Talayótico II de Fernández Miranda (1978), aunque también existen ciertas diferencias, tanto en las asas de cinta como en el borde. No existen paralelos en otros yacimientos para este tipo, puesto que las asas de cinta horizontales no son comunes en el mundo postalayótico, sin embargo, si lo son en las ollas de cocina púnico-ebusitanas (Guerrero 1999).

La única pieza analizada de este tipo sigue con la tendencia observada en las piezas de la Familia I, es decir, pastas calcáreas mal preparadas, amasadas y pobremente cocidas, dado el escaso grado de oxidación de la matriz. Esta pieza, en concreto, se caracteriza por incluir frecuencias bajas de desgrasantes muy mal ordenados en la matriz, en la que predomina la materia orgánica (5%) en una proporción 2:1.

Puede señalarse la adición de algunos pocos cristales de calcita cristalina muy mal triturados, ordenados y homogeneizados, así como algunos fragmentos de rocas de tamaño grueso que explican las concentraciones altas de calcita detectadas por DRX (51%). Todo indica que esta pieza no presenta las mejores condiciones para ser expuesta al fuego por lo que, potencialmente, podría relacionarse mejor con la gestión de líquidos o sólidos a nivel individual.

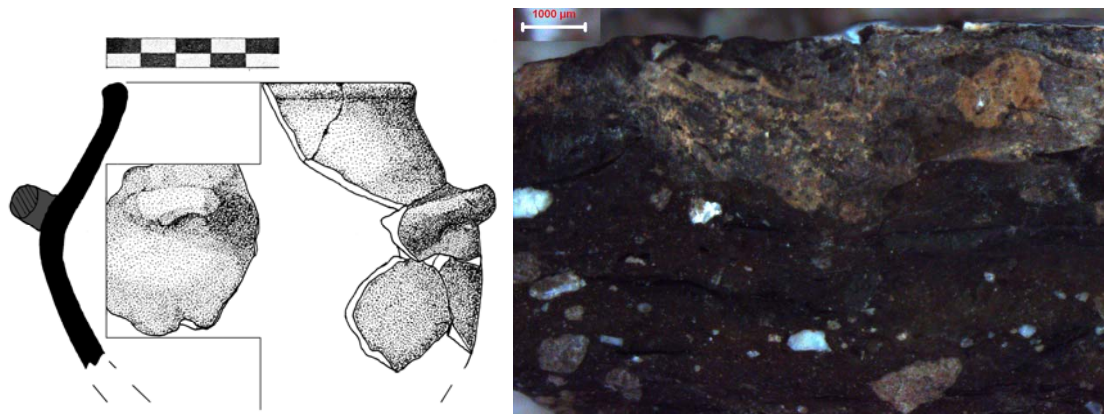


Figura 332. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta de la piezaTSF-8, mostrando una ordenación muy heterogénea de los desgrasantes.

25.4.2.2. Tipo 7 (FB-IV).

Son piezas de base plana roma y cuerpo con forma ovoide horizontal Forma IIc/XVIIa, cuello incipiente de desarrollo medio y borde divergente curvado/recto. Puede presentar una o dos asas de cinta simétricas y, como elementos plástico-decorativos, la presencia opcional de mamelones. A pesar de estar agrupadas según el tamaño y la Forma Básica IV, ciertas variables morfológicas y morfométricas permiten distinguir entre distintos subtipos según la forma del cuerpo, el desarrollo del cuello, la relación entre la altura y el diámetro máximo así como la relación entre diámetro máximo y diámetro de la boca.

En este caso, por tanto, la finalidad ha consistido en tratar de establecer si estas variantes tipológicas se relacionan también con distintas variantes composicionales o tecnológicas, para ello se han utilizado cinco variables diagnóstico que han permitido apuntar hacia ciertas tendencias exploratorias entre los distintos tipos.

El Análisis de Componentes Principales ($n = 13$) realizado evidencia, como era de esperar, la misma distribución para las variables que ya se había observado a nivel de Familia. El primer componente obtenido representa un 57.2% del total de la varianza mientras el segundo un 25.9%, sumando los dos un 83% de la varianza observada. El primer componente muestra un alto peso (>0.7) de las variables porcentaje de CaO, total de desgrasante y desgrasante mineral que muestran todas ellas una correlación positiva. Este aspecto indica que el grupo se halla estrechamente condicionado por la cantidad de carbonatos añadidos a la pasta. Por otro lado, se observa una correlación negativa (-0.81) muy significativa entre estas variables y la cantidad de Fe_2O_3 . El peso en el segundo componente aparece supeditado a la cantidad de desgrasante vegetal. Este procedimiento ha permitido observar divergencias entre los distintos subtipos y dentro de un mismo subtipo (Fig. 333) que a continuación se van a explicitar.

	Total	% de la varianza	% acumulado
1	2,858	57,160	57,160
2	1,295	25,900	83,060
3	,698	13,953	97,013
4	,149	2,987	100,000

Variable	Componente	
	1	2
% Fe_2O_3	-,810	-,107
% CaO	,913	-,033
% Mineral	,869	-,258
% Vegetal	-,231	,971
% Desgrasante	,749	,523

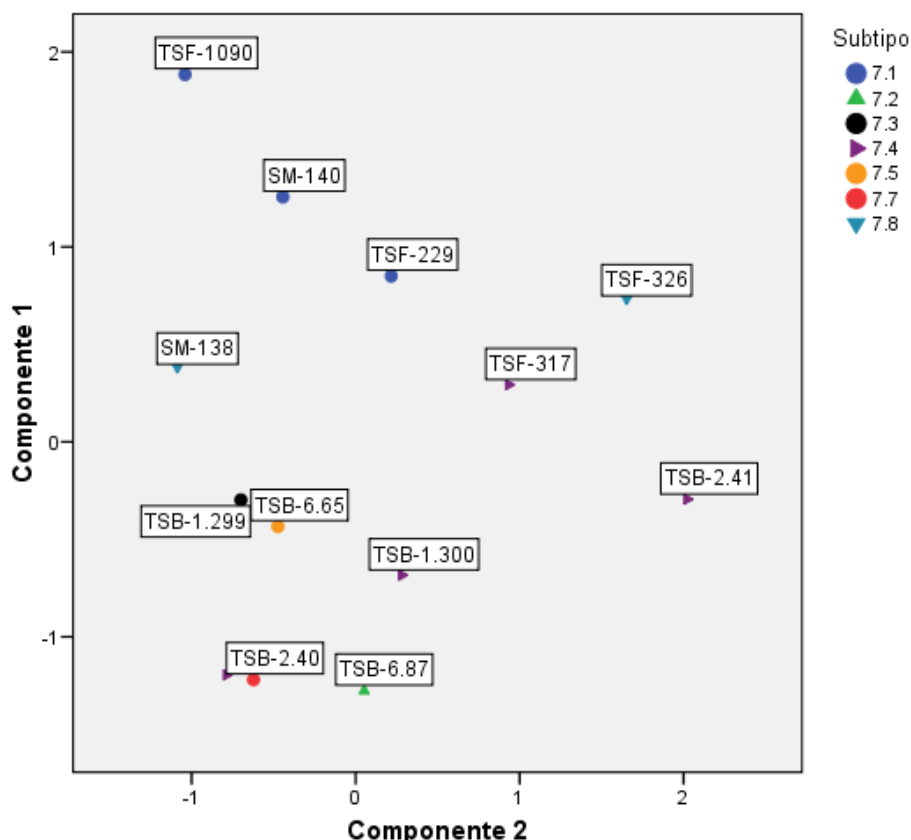


Figura 333. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas del Tipo 7 según puntuaciones obtenidas para los componentes 1 y 2 del ACP y marcadas en función de los distintos subtipos.

El análisis ACP muestra como las piezas de este tipo que menor cantidad de desgrasante mineral y CaO presentan son aquellas adscritas al *Turó de les Abelles*, que además suelen presentar engobes en su superficie. Ello indica una forma de hacer piezas, que tienen una forma y tamaño parecido, diferente a la observada en el *Puig de Sa Morisca* y *Son Ferrer*. Por el contrario, las muestras de *Puig de Sa Morisca* destacan por presentar pastas más minerales y con escasa materia orgánica. Finalmente, excepto por la pieza TSF-229, las piezas de *Son Ferrer* se han caracterizado por presentar niveles más altos de materia vegetal. Todo ello podría indicar alguna relación entre el modo de fabricar las piezas de este tipo y el contexto en el que se depositan las mismas.

En lo que se refiere a la estrategia de cocción de estas piezas, se observa una gran variabilidad que abarca desde secciones oxidadas completamente o mayoritariamente hasta otras que muestran el núcleo reducido y, en ocasiones, los márgenes oxidados. Este aspecto contrasta con la tendencia general, donde las piezas con el núcleo oxidado constituyen una rareza en el registro.

Ello podría responder a varias causas: 1) a una menor cantidad de materia orgánica en la pasta, reduciéndose la cantidad de CO₂ presente en la combustión, 2) a la colocación de las piezas pequeñas en las capas superiores de la estructura de combustión, estando éstas más expuestas a zonas en las que circula oxígeno y 3) a un mayor tiempo y temperatura de exposición que habría permitido su oxidación y la combustión de la materia orgánica. Estas opciones, no excluyentes entre sí, parecen plausibles si se considera que en estas muestras oxidadas suele ser usual la volatilización total de la materia orgánica en la pasta.

A continuación, se describen las particularidades que ha presentado cada subtipo a nivel morfotipológico y a nivel composicional:

a) Subtipo 7.1: SM-140, TSF-229 (asociada), TSF-1090²³⁵.

Son formas que derivan de la yuxtaposición de un troncocono y una esfera siguiendo la Forma XVIIIa, tienen cuello incipiente marcado y borde divergente curvado. Presentan dos asas de cinta simétricas y, opcionalmente, mamelones cónicos y bandas verticales. No se han hallado paralelos claros para este grupo, los más cercanos de la clasificación de Pons (1985) serían los Tipos X.A y X.B. También el tipo de unión del cuerpo con el cuello resulta muy similar a la mayoría de tipos presentados por Camps *et al.* (1969).

En lo que se refiere a las producciones sólo se han podido adscribir dos piezas (TSF-1090 y TSF-229) al Grupo de Referencia SM-A1, característico del *Puig de Sa Morisca*. La pieza SM-140 constituye un *loner*, un individuo con una pasta singular que no ha podido ser clasificado ni química ni petrológicamente. En todo caso, se trata de piezas muy calcáreas (CaO 26-36%) y pobres en Fe₂O₃ (4.3-4.8%). Dentro de este subtipo se documentan las piezas del Tipo 7 con una mayor cantidad de desgrasante mineral (12.3-21.7%).

²³⁵ No se han hallado paralelos para esta forma pero la pieza combina elementos que pueden relacionarse con diversas cronologías ya que, probablemente, se relacione con una fase de transición entre el Talayótico y el Postalayótico. Por un lado, la pasta de la pieza es típicamente Talayótica, así como el punto de inflexión del perfil, que es mucho más marcado que el de piezas de cronologías posteriores. Sin embargo, la presencia de asas de cinta y la gran semejanza de esta pieza con otras del siglo IV BC de *Puig de Sa Morisca*, como SM-140, aunque con pastas distintas, permite plantear una cronología en torno a 650-500 BC.

Se observa una gran diversidad en los tipos de desgrasantes añadidos, se documenta calcita cristalina (TSF-1090), calcarenitas (TSF-229) y rocas calizas (SM-140). Esta diversidad en los materiales utilizados para desgrasar las pastas condiciona la presencia de distintas fábricas dentro del tipo, constatándose respectivamente la Fábrica 1, 7 y 14 para cada pieza. En todo caso, la adición de este tipo de desgrasantes explica que todas las piezas muestren contenidos muy altos de CaO y que se caractericen por presentar una alta o muy alta de cantidad de desgrasante mineral de gran tamaño que condiciona texturas gruesas (GT-A3 y GT-A4) o medias (GT-B2).

A pesar de estas similitudes, existen diferencias en la cantidad de vegetal introducida, ya que la pieza TSF-229 alcanza un 7% mientras, en las otras dos, este desgrasante está ausente o resulta muy bajo (3.5%). En definitiva, las piezas muestran una cantidad de desgrasante total en la pasta muy parecida, rondando el 20% en volumen y, en todos los casos, la cantidad de desgrasante vegetal se sitúa muy por debajo de la de mineral, proporcionando pastas bastante parecidas. Éstas se muestran relativamente bien preparadas, mezcladas y compactadas, así como con los desgrasantes bien homogeneizados en tamaño y en su distribución y ordenación por la matriz.

En lo que se refiere a la estrategia de cocción de estas piezas, se observa una gran variabilidad, constatándose secciones oxidadas completamente (SM-140) y otras que muestran el núcleo reducido (TSF-1090), en un caso (TSF-229), con márgenes muy finos oxidados. El caso de la pieza SM-140 contrasta con la tendencia general observada en las piezas de este tipo, en el que las piezas con el núcleo oxidado constituyen una rareza. Este tipo de secciones podrían responder a las causas explicadas anteriormente: 1) una menor cantidad de materia orgánica en la pasta, reduciendo la cantidad de CO₂ presente en la combustión, 2) a la colocación de las piezas pequeñas en las capas superiores de la estructura de combustión, estando éstas más expuestas a ambientes ricos en oxígeno y 3) a un mayor tiempo y temperatura de exposición para estas piezas que habría permitido su oxidación y la combustión de la materia orgánica

Finalmente, hay que señalar la ausencia de engobes en estas tres piezas. Todo indica que estas piezas, dadas las características de sus pastas: muy gruesas, compactas y con escasa porosidad abierta, habrían podido servir para cocinar en contacto directo con fuego sin demasiados riesgos. A su vez, su tamaño indica, probablemente, un uso muy versátil en el consumo individual de alimentos y bebidas, permitiendo calentar potencialmente su contenido.

Las vasijas TSF-1090, SM-140 y TSF-229 son anchas y bajas, resultando muy estables, con una forma abierta que permite manipular fácilmente su contenido mientras se está cocinando y con presencia de asas, que resultan vitales para extraer la cerámica del fuego, reduciendo el riesgo de quemarse (Hally 1986).

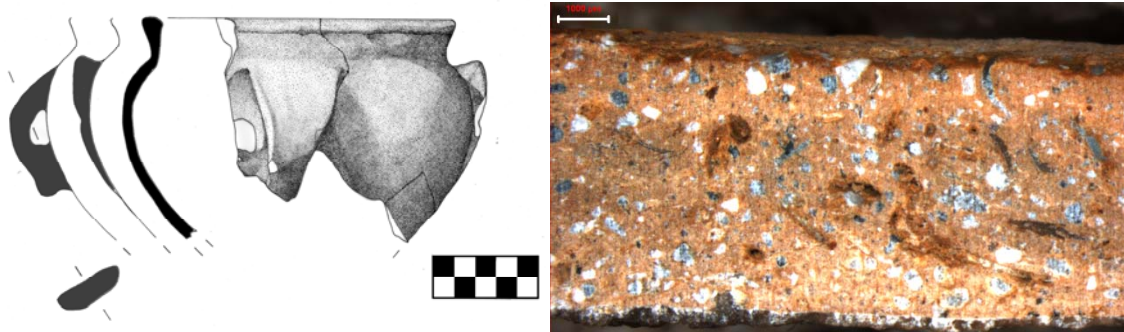


Figura 334. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta de la pieza SM-140, mostrando una sección oxidada muy compacta con abundantes desgrasantes de tamaño medio con una ordenación muy homogénea (Dibujo: García Rosselló y Quintana 2003).

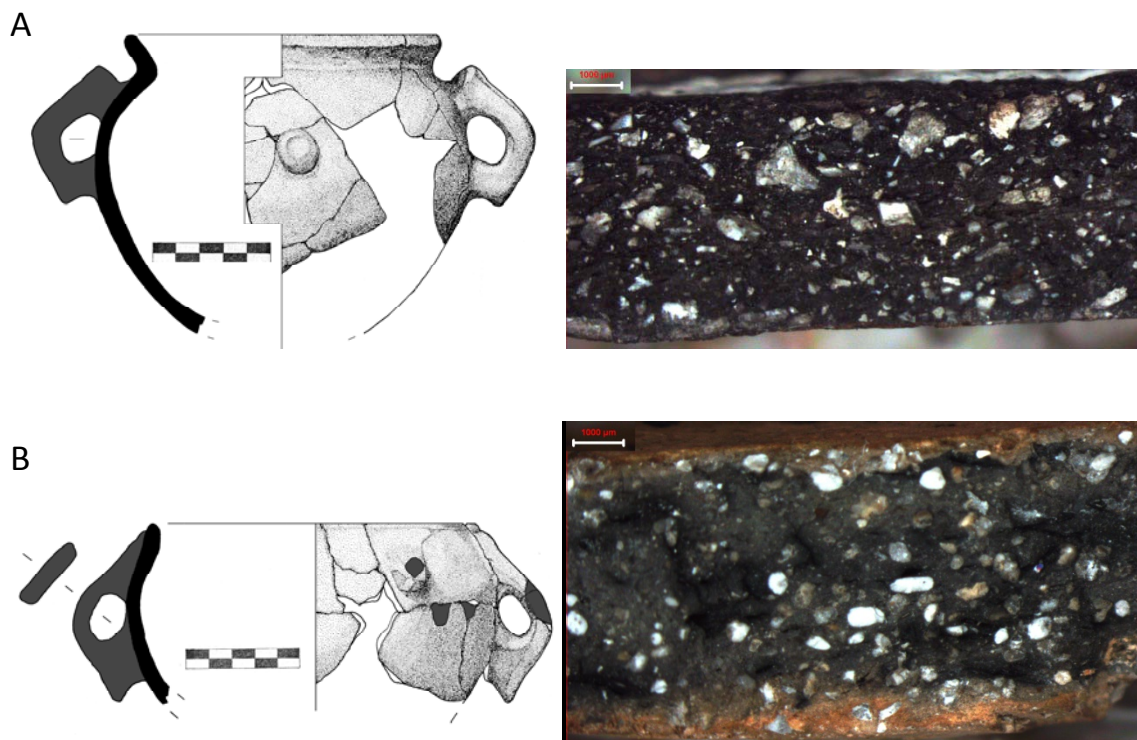


Figura 335. Perfil y microfotografías con binocular de la pasta de las piezas A) TSF-1090 y B) TSF-229, mostrando una sección reducida con abundantes desgrasantes de tamaño grueso-medio con una ordenación muy homogénea.

b) Subtipo 7.2: TSB-6/87.

Es un tipo que deriva de la yuxtaposición de un troncocono y una esfera con forma XVIIa y cuello incipiente marcado con borde recto. Presenta dos asas de cinta simétricas y no se observan elementos plásticos decorativos. No se han localizado tipos similares en otros yacimientos y hay que señalar grandes diferencias en la pasta de la pieza TSB-6/87 respecto a aquellas del Subtipo 7.1. Ésta, asociada a la Fábrica 5, contrasta respecto al resto de vasijas por presentar una escasa cantidad de mineral (3.6%). No se observa la adición de desgrasante mineral, tan sólo algún cristal simbólico de calcita, lo que explica la cantidad moderada de CaO (8.6%) observada que, al menos parcialmente, debe relacionarse también con la presencia de calcita secundaria completamente alóctona. Esta pieza no ha podido clasificarse dentro de ninguna producción, si bien muestra una pasta ferruginosa característica de un amplio espectro cerámico del *Turó de les Abelles*.

En definitiva, si bien las piezas del Subtipo 7.1 presentan texturas medio-gruesas, con una proporción de desgrasante mineral superior al desgrasante vegetal, la pieza TSB-6/87 presenta una textura muy fina, con sólo algunos carbonatos y abundante materia vegetal (9%). Por este motivo, esta vasija aparece aislada a la derecha en el gráfico de componentes principales realizado. En este caso, el recipiente presenta además un engobe en la superficie externa. Así mismo, la cocción de la pieza TSB-6/87, con la sección completamente oxidada, contrasta con la tendencia general observada en las piezas de este tipo o familia, en la que las vasijas completamente oxidadas constituyen una rareza en el registro. En este caso, pueden argumentarse las mismas posibilidades de cocción apuntadas anteriormente para la pieza SM-140.

Si bien los rasgos morfo-tipológicos remiten a una pieza parecida al subtipo anterior, en este caso, los rasgos de la pasta serían potencialmente desaconsejables para realizar funciones de cocina. La pasta se mostraría potencialmente mucho más apta para gestionar productos antes que para cocinarlos, ya que, en caso de utilizarse la vasija para esta función, se reduciría enormemente su esperanza de vida. Hay que señalar, que dentro del Sector 6 de este yacimiento, esta pieza apareció vinculada espacialmente con el ánfora con cuello seccionado TSB-6/31 (Camps y Vallespir 1998), lo que podría indicar su posible utilización para gestionar productos sólidos o semilíquidos.

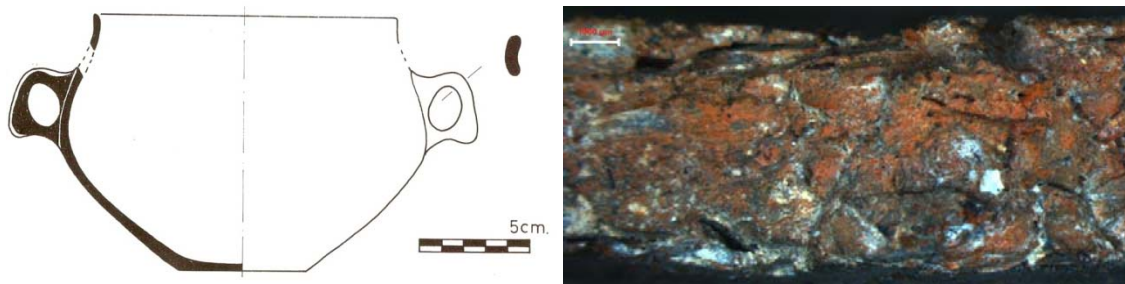


Figura 336. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-6/87, mostrando una sección oxidada muy porosa con abundantes escasos desgrasantes (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).

c) Subtipo 7.3: TSB-1/299.

Es una pieza con base cóncava y forma ovoide horizontal Forma IIc con cuello incipiente y borde divergente curvado que presenta un asa de cinta y mamelones cónicos asimétricos. Tipológicamente se asemeja al Tipo X.A de Pons (1991) y es asimilable a la Forma 6b del Talayótico II de Fernández-Miranda (1978) o las piezas de mayores dimensiones del Tipo 8 que constituye un grupo un algo más heterogéneo.

Vasijas asimilables a este tipo han sido localizadas en los santuarios de *Son Mari* y *Son Corró* (Fernández Miranda 1978), así como en la cueva funeraria de *Son Maimó* (Amorós 1974). Este subtipo resulta encuadrable cronológicamente entre los siglos IV y I BC. Guerrero (1983) considera a piezas de este tipo (nº 258) aparecidas en *Son Mari* como Olpes, si bien es cierto que se pueden observar ciertas semejanzas en el perfil no parecen la misma idea formal y no coinciden, ni mucho menos, en sus dimensiones.

La pieza TSB-1/299, también muestra una pasta diferente a las del Subtipo 7.1 y 7.2, al igual que este último subtipo, no ha podido clasificarse en ninguna producción y, de hecho, se ha separado químicamente de las producciones ferruginosas típicas del *Turó de les Abelles*. La pieza TSB-1/299, junto con la vasija TSB-6/65, se han mostrado coincidentes en este sentido y, dentro de las piezas del Tipo 7, éstas se han diferenciado claramente del resto en el análisis ACP realizado. De este modo, las variaciones tipológicas se relacionan también con variaciones en las pastas.

Esta vasija, vinculada a la Fábrica 3, ha mostrado una textura 1:1 en lo que se refiere a las proporciones de desgrasante vegetal y mineral, estando ambos en baja frecuencia (4.5%), y con una ordenación muy heterogénea. El tamaño de las partículas se muestra escasamente homogeneizado y éstos están mal mezclados con la arcilla. Esta pieza presenta una cantidad alta de CaO (21%), lo que, dada la escasa cantidad de mineral introducido, remite a la utilización de arcillas calcáreas.

Análisis conjunto de pasta y tipología

La cocción de la pieza sigue la norma general observada para piezas con desgrasante vegetal, la cocción habría sido a baja temperatura, de corta duración y en estructuras abiertas. Finalmente, señalar la presencia de un engobe en ambas superficies de la pieza.

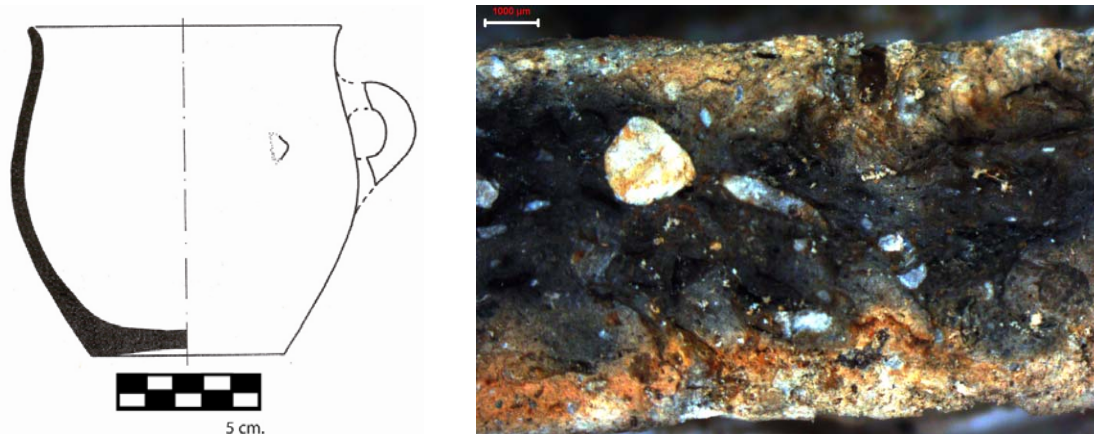


Figura 337. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-1/299, mostrando una sección muy heterogénea con desgrasantes minerales mal ordenados en tamaño y pobremente distribuidos (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).

d) Subtipo 7.4: TSB-6/72, TSB-1/300, TSB-2/41, TSB-6/61; TSF-317 (asociada).

Son piezas con base plana o convexa con forma ovoide horizontal Forma IIc, con cuello medio y borde divergente curvado. Presentan opcionalmente un asa de cinta y mamelones cónicos en posición asimétrica. Este grupo es asimilable al Tipo IV.E.2 de Pons (1985), aunque no es exactamente el mismo tipo. Respecto a la clasificación de Fernández-Miranda (1978), según el perfil, se podría asimilar al Tipo 6.E, pero éste se caracteriza por tener dos asas y presentar una boca algo más abierta. Otro tipo algo parecido sería el Tipo 6.B., pero éste no presenta un perfil en S tan marcado, la boca es más abierta y no tiene cuello. Palomar (2005) incluye este grupo en el tipo Olla, subtipo globular, variedad esbeltez mediana, subvariante cerrada. La pieza TSB-2/41, la más singular dentro del grupo, se asemeja al Tipo C, Olla globular de cuello diferenciado de Camps *et al.* (1969). Pese a poder asimilarse, con algunos matices, este tipo a otras clasificaciones tipológicas no se han encontrado vasijas similares en otros yacimientos.

Las pastas de las piezas de este subtipo están en la línea de lo observado en las vasijas del subtipo anterior, pertenecientes al *Turó de les Abelles* y, en general, con las características observadas para la mayoría de las piezas pequeñas asociadas a los Tipos 1, 2, 4, 5 y 6.

A grandes rasgos, las piezas del Subtipo 7.4 muestran de nuevo pastas muy heterogéneas, mal preparadas, mal mezcladas y pobremente cocidas en las que suelen predominar texturas finas, con frecuencias bajas de desgrasante mineral que es, casi siempre, inferior a la cantidad de materia orgánica. Sin embargo, existe una gran variabilidad dentro del subtipo, ninguna de las piezas ha podido clasificarse dentro de una misma producción química y pertenecen a sectores y contextos distintos, ello contribuye a aumentar la variabilidad dentro del mismo. Se constatan piezas asociadas tanto a la Fábrica 2 como a la Fábrica 3.

Se pueden establecer diferencias en función del yacimiento, por un lado, las piezas del *Turó de les Abelles* presentan la textura más fina, con menos de 3% de desgrasante mineral y una cantidad más baja de CaO (9-18%). No se observa la adición de desgrasantes, sólo la presencia muy residual de algunos cristales de calcita. Por otro lado, la variabilidad es muy alta dentro de las piezas de este subtipo y yacimiento, hay singularidades entre las distintas vasijas. Hay piezas (TSB-6/61; TSB-6/72) con abundante hierro (10-10.7%) y poco vegetal (5%) asociadas a la Fábrica 2, mientras, otras (TSB-1/300 y TSB-2/41) poseen niveles más altos de vegetal (9.4-17%), más bajos en hierro (5-6%) y se asocian a la Fábrica 3.

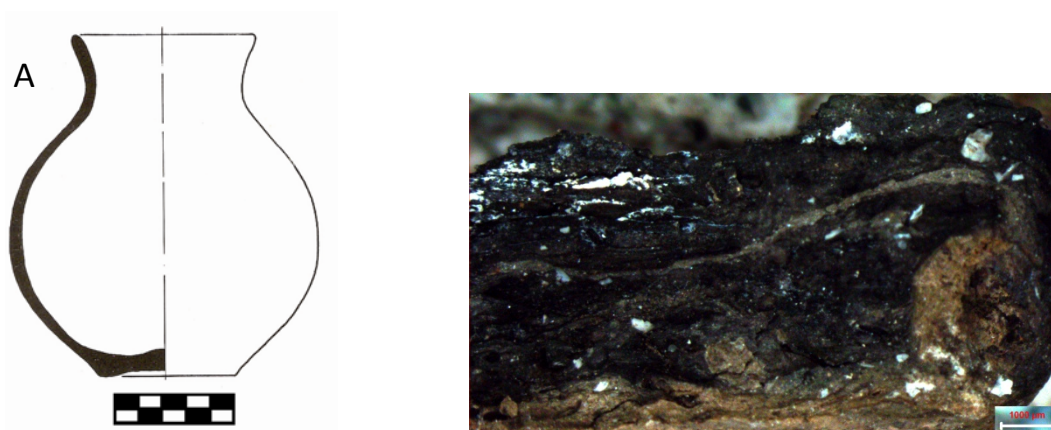
Debe relacionarse esta heterogeneidad con la diversidad de producciones observadas, se constata tanto piezas del Grupo de Referencia TSB-B2 (TSB-6/72, TSB-6/61) como un *outlier* de SM-B1 (TSB-1/300) o una pieza no clasificada (TSB-2/41). Estas características de las pastas y la alta variabilidad podrían estar indicando que no son piezas diseñadas siguiendo un estándar tecnológico-funcional que favorezca, por ejemplo, la exposición de las piezas al fuego. Sus rasgos parecen corresponderse más con distintas unidades productivas que producen sus propias vasijas de pequeño formato utilizando diferentes materiales y estrategias productivas. Las piezas de este subtipo podrían constituir, por tanto, un posible ítem con un marcado carácter individual.

Por otro lado, la pieza de *Son Ferrer* TSF-317, asociada a la Producción TSF-B, si bien presenta también una alta cantidad de materia orgánica (11%), ha mostrado ciertas particularidades. Esta vasija posee una mayor cantidad de calcita cristalina, lo que tiene como consecuencia un ligero aumento del CaO (26%), de las concentraciones de calcita y del porcentaje de desgrasante mineral (6.5%) respecto a las piezas del *Turó de les Abelles*. Si bien se ha asociado a la Fábrica 3, presenta ciertas particularidades composicionales frente a las piezas de esta fábrica y subtipo.

Además del perfil poco especializado del artesano en su ejecución, estas piezas tienen en común la presencia de materia orgánica grafitizada en la pasta y núcleos reducidos, que evidencian una temperatura de cocción baja y tiempos de exposición cortos. Sin embargo, la pieza TSB-6/72 resulta una excepción dentro del grupo, ya que la pasta está relativamente bien preparada y bien cocida, obedeciendo al esquema ya planteado para las piezas oxidantes presentes en los subtipos 7.1 y 7.2. Esta pieza se observó en el yacimiento asociada a TSB-6/49, un ánfora con el cuello seccionado (Camps y Vallespir 1998: 136) que, al igual que en otros casos, podría remitirnos a la vinculación de esta pieza con la gestión de residuos sólidos o semilíquidos.



Figura 338. Perfil y microfotografías con binocular de la pasta de la pieza TSB-6/72, mostrando una pasta fina relativamente bien preparada y sección prácticamente oxidada (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).



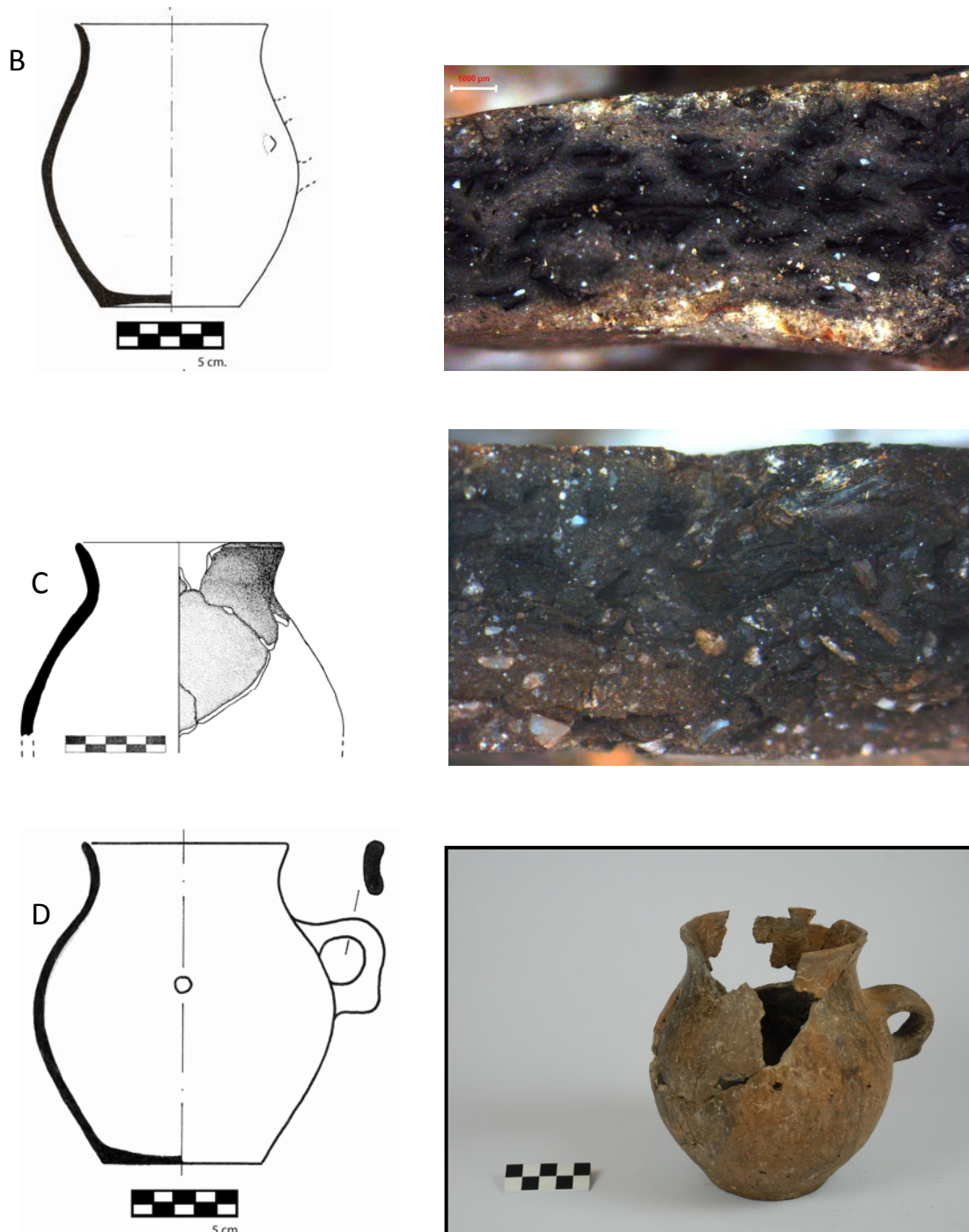


Figura 338. Perfil y microfotografías con binocular de pastas del Subtipo 7.4 mostrando secciones reducidas y texturalmente muy heterogéneas, con los desgrasantes pobremente distribuidos de las piezas A) TSB-2/41, B) TSB-1/300, C) TSF-317, D) Perfil y fotografía de la pieza TSB-6/61 (Dibujos A, B y D: Camps y Vallespir 1998, fotografía: J. García Rosselló).

e) Subtipo 7.5: TSB-6/65.

Pieza con forma ovoide horizontal Forma IIc, cuello medio y borde divergente curvado con presencia de un asa de cinta y mamelones cónicos en posición simétrica. La forma que compone este tipo no tiene un paralelo claro. La relación de abertura de la boca permite asociarla a la Forma IV.D de Pons (1985), aunque este tipo no lleva asas, o la Forma X.B. que, sin embargo, presenta dos asas y el cuello es de mayor desarrollo. Otro tipo algo parecido sería el Tipo 6.B. del Talayótico II de Fernández-Miranda (1978), pero éste no presenta un perfil en S tan marcado, la boca es más abierta y no tiene cuello. Se encuentran formas parecidas en las necrópolis de *Cas Santamarier* (Rosselló y Guerrero 1983) y *Cova Monja* (Ensenyat 1981), pudiéndose establecer un intervalo cronológico del siglo IV BC al I AC. El yacimiento de *Cas Santamarier* nos da una datación más precisa, en torno al siglo II-I BC. También, la pieza 135 de *Son Jaumell* (Pons 1991), podría tener algún parecido con las formas asociadas a este tipo, sin embargo, el asa arranca del labio y se desarrolla por encima de la boca, el cuello es recto y el diámetro máximo se sitúa en la parte superior del cuerpo.

A nivel de pasta es una pieza que, si bien se ha asociado a la Fábrica 3, representa una producción rara y aislada tanto a nivel químico como mineralógico y petrográfico. Se diferencia por presentar montmorillonita en su composición y niveles de CaO altos (25%) asociados a la presencia de micrita en la matriz y no a desgrasantes introducidos en la pasta. Además, presenta algún fragmento aislado de cuarzo-arenita y calcita secundaria completamente alóctona. En general, los rasgos que presenta son generalizables a lo establecido para todas las piezas pequeñas, excepto las piezas del Subtipo 7.1. Es decir, texturas muy finas, bajas en la frecuencia de desgrasante mineral (3%) y con más cantidad de vegetal, en este caso en una proporción 2:1. La pasta se documenta mal mezclada y homogeneizada, con los desgrasantes mal distribuidos por la matriz. La cerámica de este subtipo se asocia con una cocción de corta duración y a muy baja temperatura, en la que no se ha descompuesto la montmorillonita y el núcleo de la pasta, rico en materia orgánica, queda reducido. Todo indica que se trata de una cocción corta a baja temperatura y desarrollada en una estructura abierta. Finalmente, hay que señalar que esta pieza apareció asociada al ánfora entera TSB-6/41 (Camps y Vallespir 1998: 136) lo que, una vez más, remite, como sugiere la pasta, a una función relacionada con la gestión de productos, en este caso tal vez de tipo líquido.

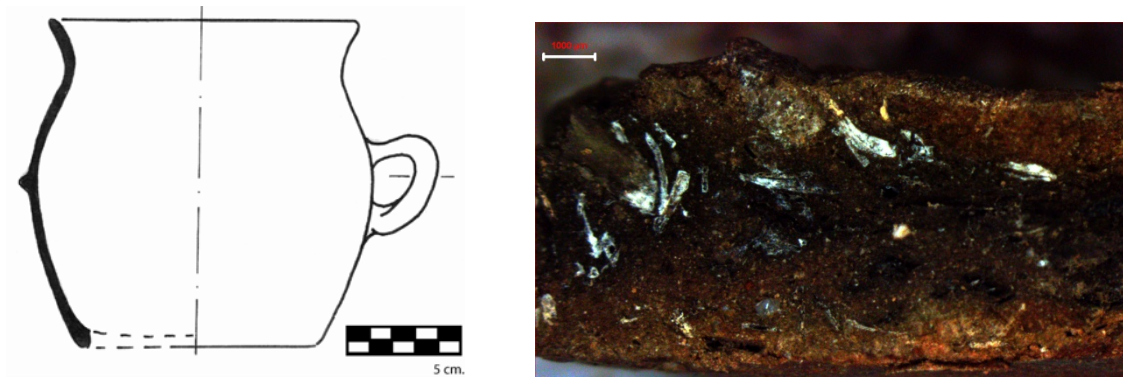


Figura 339. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-6/65 con escaso desgrasante mineral y desgrasante orgánico pobremente distribuido (Dibujo Camps y Vallespir 1998).

e) Subtipo 7.7: TSB-2/40.

Es una pieza con cuerpo ovoide horizontal Forma IIc, cuello de desarrollo medio y borde recto que no presenta elementos de presión ni elementos plástico-decorativos. No existen paralelos claros para este tipo. Este subtipo se caracteriza por presentar una pasta rica en hierro asociada a la Producción TSB-B2 y a la Fábrica 2. En general, los rasgos que muestra respecto a la preparación de la pasta y la cocción son generalizables a lo establecido para todas las piezas pequeñas, excepto las piezas del Subtipo 7.1. Es decir, presenta una textura muy fina, baja en la frecuencia de desgrasante mineral (3%) y con más cantidad de vegetal, en una proporción 2:1 respecto al mineral. Las cerámicas de este tipo se asocian a cocciones cortas, en las que el núcleo, rico en materia orgánica, queda reducido. Todo indica que se realizó una cocción corta y a baja temperatura. Señalar que esta pieza presenta un engobe en la superficie exterior. En general, los rasgos de la pasta y la morfología remiten a una vasija más apta para la gestión o el consumo de productos líquidos o sólidos que para su cocinado.

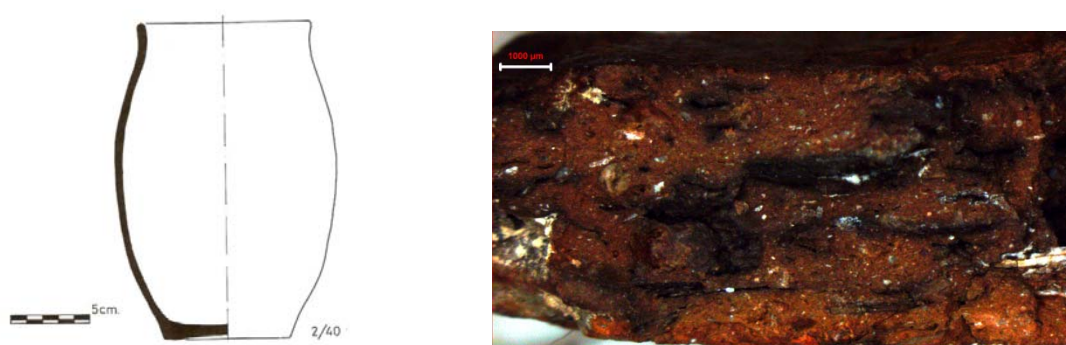


Figura 340. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-2/40 con escaso desgrasante mineral y desgrasante orgánico pobremente distribuido en la matriz (Dibujo Camps y Vallespir 1998).

f) Subtipo 7.8: SM-138 y TSF-326 (asociadas).

Este subtipo, lo conforman dos piezas asociadas tipológicamente, adscritas a los siglos IV-III BC, que presentan algunas similitudes, tanto en la forma como en la pasta. Tipológicamente, presentan cuerpo ovoide horizontal Forma IIc, sin cuello o de desarrollo incipiente y borde divergente curvado o recto. Presentan dos asas de cinta simétricas de tendencia ovalada oblicua descendente localizadas en el cuerpo superior. No se ha localizado ningún tipo idéntico. Tanto el punto de inflexión del cuerpo con el borde como las asas de cinta representan la particularidad de la forma. A pesar de no incluirse en la clasificación tipología establecida, su tamaño y forma básica han permitido situarlas como un subtipo diferenciado dentro del Tipo 7.

Se trata de piezas que, a pesar de adscribirse a producciones diferentes, una a TSF-B (TSF-326) y la otra no clasificada, presentan pastas relativamente parecidas entre sí. Ambas vasijas son pobres en hierro (4-5.5%), tienen concentraciones altas de CaO (33%) y calcita cristalina añadida en cantidades moderadas. También presentan una cantidad media de mineral (5.6-7%), esencialmente de tamaño medio (GT-C3). La principal diferencia entre ambas radica en la cantidad de desgrasante vegetal, aspecto que determina la adscripción de las piezas a la Fábrica 1 (SM-138) o a la Fábrica 3 (TSF-326). En el caso de TSF-326 la presencia de este desgrasante es alta (14.8%) mientras, en SM-138 es prácticamente residual (2.4%). Estas diferencias composicionales explican la dispersión de ambas piezas en el gráfico de componentes principales.

Las divergencias en la cantidad de materia orgánica en las pastas generan productos o fábricas que tienen diferente grado de compacidad y porosidad. Estas pastas se muestran relativamente bien preparadas y los desgrasantes bien distribuidos de forma seriada por la matriz. En el caso de la pieza SM-138 una mayor compacidad puede relacionarse, además de con la presencia escasa de desgrasante orgánico, tal vez, con un mayor tiempo o una temperatura de cocción ligeramente más alta, como denota su sección completamente oxidada. Sin embargo, esta coloración puede deberse también a una menor cantidad de materia orgánica en una pasta cocida en atmósfera abierta.

Estas piezas habrían resultado buenas vasijas para la gestión de productos líquidos ya que su pasta, especialmente en SM-138, parece ser ligeramente más resistente al impacto. Así mismo, serían adecuadas para evitar la propagación de las fracturas, en comparación con la mayoría de los tipos vistos hasta ahora. Finalmente, el estrechamiento de la boca respecto al diámetro máximo de las piezas podría apuntar a esta funcionalidad, más vinculada a la gestión de productos líquidos o semilíquidos.

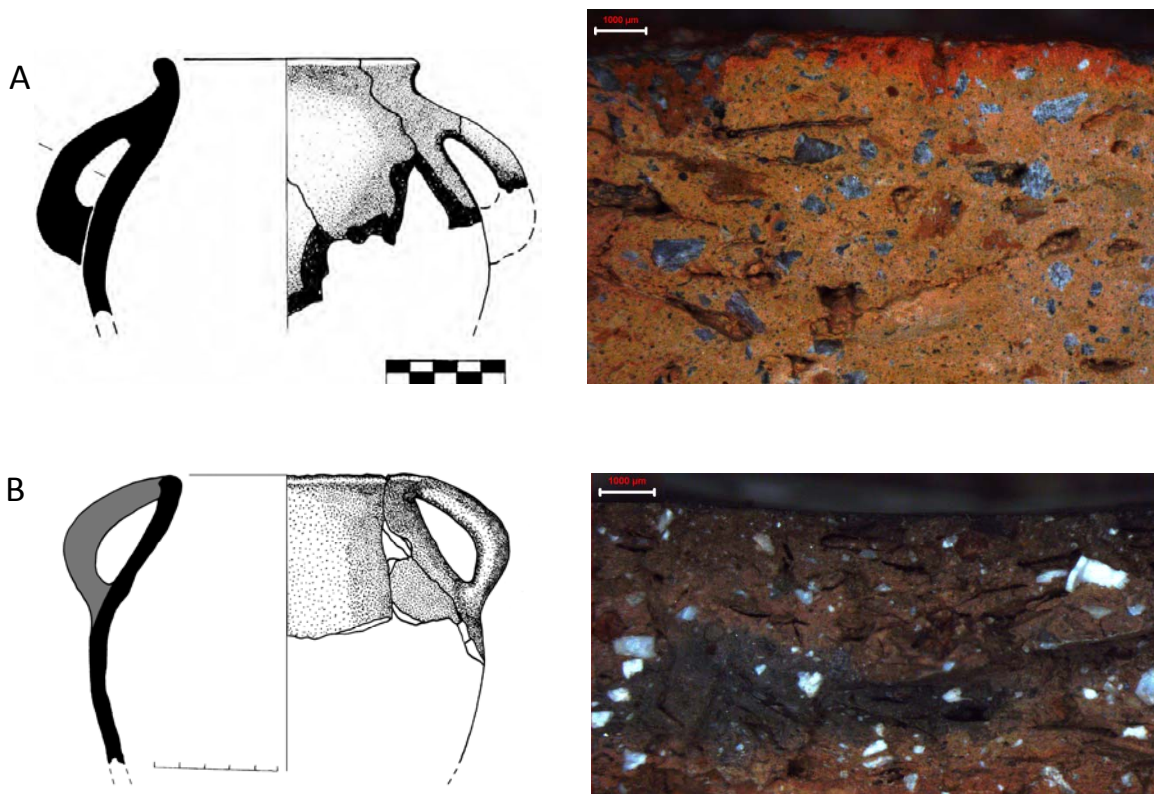


Figura 341. Perfil y microfotografías con binocular pastas del Subtipo 7.8 con una cantidad media de calcita cristalina. A) Pieza oxidada, compacta y con escasa materia orgánica SM-138 (Dibujo: García Rosselló y Quintana 2003). B) TSF-326, pasta rica en materia orgánica.

25.4.2.3. Tipo 8 (FB-VIII): TSB-6/73.

Pieza de base plana roma y forma compuesta que deriva de la yuxtaposición de dos troncoconos siguiendo la Forma XVIc, tiene cuello incipiente y borde divergente curvado, presenta un asa de cinta. Es asimilable al Tipo XV de Pons (1985), aunque éstas son algo más estrechas y consideradas por este autor, inexplicablemente, como globulares. Se puede relacionar con la Forma 7 del Talayótico II de Fernández-Miranda (1978), sin embargo, esta forma es más ancha que alta, al contrario que las asimiladas aquí a este tipo. La única vasija verdaderamente asimilable a este tipo se localiza en la cueva funeraria de *Cova Monja* (18-189), yacimiento con una cronología vinculable al Postalayótico II y que perdura hasta el siglo I AC (Ensenyat 1981).

Análisis conjunto de pasta y tipología

En lo que se refiere a la pasta, como se ha observado en el Análisis de Componentes Principales realizado, esta pieza ha mostrado una composición diferente dentro de la Familia II, individualizándose en la parte baja del gráfico. Ello se relaciona bien con la composición química y petrológica, puesto que ésta es una pieza que no ha podido ser clasificada en ninguna producción y petrogrupo, resulta singular dentro de la familia por varias razones.

Por un lado, se trata de una pieza *border calcareous* ($\text{CaO} < 5\%$), con una pasta muy silíceo (SiO_2 51%), ferruginosa (9.3%), rica en cuarzo (22%) y, por tanto, refractaria. Por otro lado, no presenta ninguno de los desgrasantes, calcita cristalina y materia vegetal, observados en el resto de cerámicas de la Familia II, por lo que se trata de una pieza de la Fábrica 16 con una textura muy fina y con escaso desgrasante mineral (1%). Este último aspecto es el que mejor se ajusta con las características de la familia, sin embargo, esta pieza se muestra mejor manufacturada, con una baja porosidad y claramente cocida en ambientes oxidantes.

En definitiva, la singularidad tipológica de esta vasija tiene también su plasmación a nivel de pasta. Funcionalmente, esta pieza se habría presentado apta para desarrollar una variada gama de funciones, al poseer una pasta refractaria puede asumirse, tal vez y pese a ser de carácter fino, que pudo ser eficiente para desarrollar actividades de cocina. Se trata de una cerámica que, al tener cierta compacidad y escasa porosidad abierta, habría sido relativamente resistente a procesos abrasivos y habría requerido de una menor necesidad de reemplazo que otras pastas más porosas propias de esta familia.



Figura 342. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-6/73 con una matriz oxidada, compacta y sin desgrasante mineral y orgánico (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).

25.4.3. Familia IV.

Dentro de esta familia se han situado sólo tres piezas adscritas a un total de dos tipos. Además del escaso número de muestras, en ella, se engloban piezas de diferente cronología, por lo que no resulta indicado realizar un estudio de la dispersión de las pastas de las piezas en función de los tipos. De este modo, las dos piezas del Bronce Final adscritas al Tipo 11 no figuran en la clasificación tipológica realizada con la metodología citada, que se ciñe exclusivamente a piezas postalayóticas. En función del tamaño que presentan estas piezas se ha optado por incluir este tipo en esta familia, aunque claramente diferenciado del resto de tipos que la conforman.

25.4.3.1. Tipo 11 (FB-I): TSF-58, TSF-59.

Son piezas troncocónicas de la Edad del Bronce de base plana roma de fondo plano con moldura exterior y unión base-cuerpo en curva continua, cuerpo ovoide divergente Forma IIIa sin cuello y borde divergente recto. Presentan opcionalmente asideros y elementos plásticos decorativos. La tipología de estas piezas es típica del Bronce Naviforme y el Talayótico Inicial, estando relacionada con el Tipo IIIa de Pons (1985). Las pastas muestran un uso exclusivo de desgrasante mineral, pero con frecuencia variable media/alta (10-19%) y un tamaño del desgrasante medio-grueso ($>800 \mu\text{m}$). Estas dos piezas presentan una composición mineralógica casi idéntica. Ambas se asocian a la Fábrica 1.1 y presentan valores muy altos de calcita (71-73%) y CaO (47%), aspecto que está claramente relacionado con la adición de altas cantidades de calcita cristalina a la pasta. Los porcentajes de filosilicatos (20-23%) son medios, y los de cuarzo, bajos (3-7%).

Estas piezas parecen tener, en relación con otros tipos de tamaño reducido ya observados, un grado de especialización mayor, tanto en lo que se refiere a las texturas como a la composición mineralógica e incluso la atmósfera de cocción. Son piezas que muestran un uso exclusivo de desgrasante mineral de tamaño grueso con una ordenación seriada, bien homogeneizado y distribuido por la matriz. Las pastas se muestran bien trabajadas, con escasos poros y cocidas en atmósfera reductora en cocciones largas. Ambas presentan una cantidad muy alta de calcita y, la similitud de sus pastas permite plantear que se utilizaron soluciones técnicas muy parecidas.

Esta estandarización tan acusada de las pastas y los rasgos morfométricos de estas cerámicas podría responder a una funcionalidad concreta, además de a una tradición productiva bien definida. Este tipo de piezas resultan muy versátiles funcionalmente, además de duraderas, y podrían, dado el carácter grueso de las pastas, exponerse perfectamente a la acción repetida del fuego.

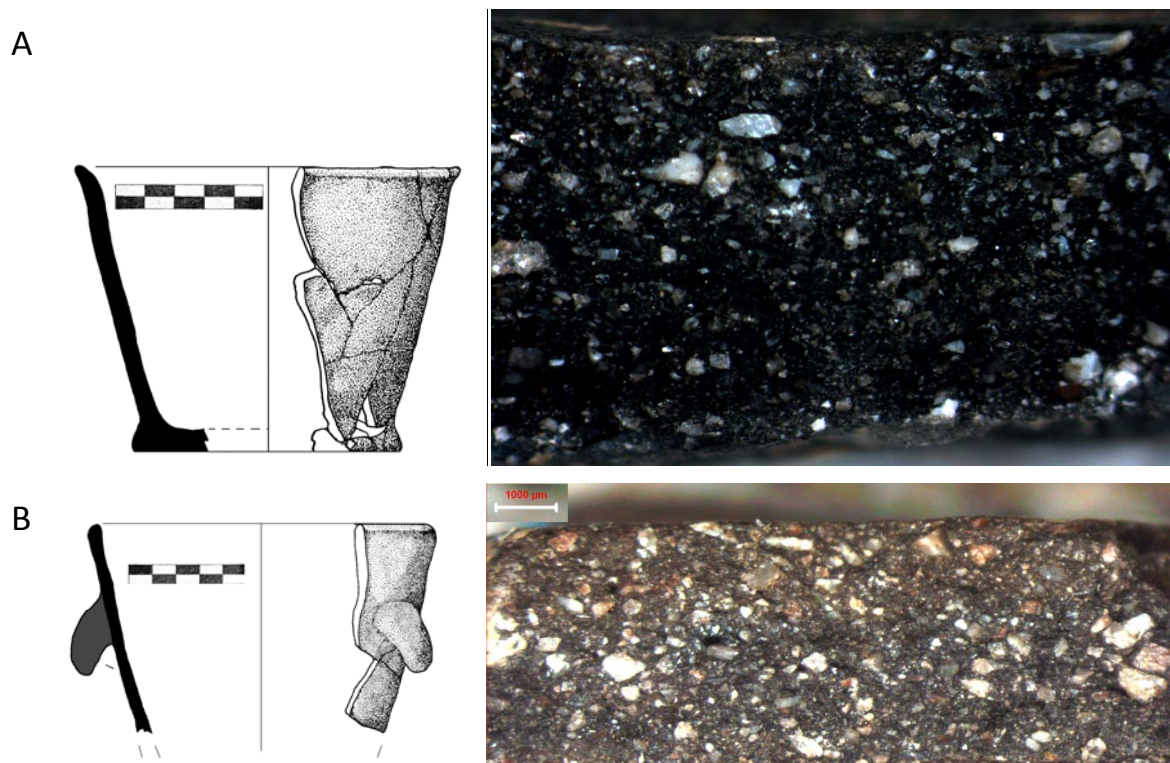


Figura 343. Perfil y microfotografías con binocular pastas del Tipo 11, ricas en calcita cristalina y cocidas en atmósfera reductora A) TSF-58. B) TSF-59.

25.4.3.2. Tipo 12 (FB-II). TSF-1048.

Pieza con base plana roma de fondo cóncavo sin moldura exterior, unión base-cuerpo en curva continua y cuerpo ovoide divergente forma IIb, sin cuello y borde divergente recto. Puede ser asimilable al Tipo III.B de Pons (1985) en sus variante 2 o 3 y resulta parecida a la Forma 4 del Talayótico II (Fernández Miranda 1978), pero éstas tienen asas, al contrario de la constatada en *Santa Ponça*. No se han encontrado vasijas con la misma morfología con las que se puedan establecer paralelos.

Es una pieza de la Fábrica 4 con muy poca cantidad de anti-plásticos minerales (1%), éstos son de tamaño muy fino constatándose sólo medidas inferiores a 300 μm . Por otra parte, la cantidad de desgrasante vegetal es media (11%). Se trata de una pieza hecha con una pasta muy calcárea, con un 67% de calcita, en lo que respecta a los filosilicatos éstos representan un 30% y, finalmente, el cuarzo asciende a un 13%. Se sigue constatando, por tanto, en el registro una clara preferencia por utilizar pastas muy finas, al igual que en las piezas de pequeño tamaño. La cocción responde a los mismos parámetros observados para la mayoría de las piezas del resto de familias: cocciones cortas, a baja temperatura y realizadas en estructuras abiertas. Funcionalmente esta pieza habría resultado poco apta para exponerse al contacto con fuego directo, pero podría haber funcionado eficientemente como vasija de consumo y gestión de productos de tipo líquido o sólido.

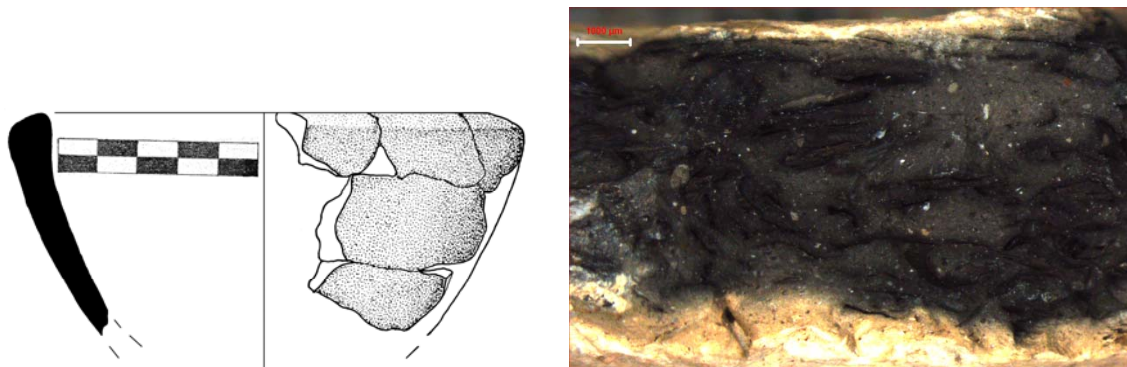


Figura 344. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta calcárea muy fina y rica en materia orgánica de la pieza TSF-1048 asociada al Tipo 12.

25.4.4. Familia V.

Esta familia engloba cuatro piezas asociadas a tres tipos que son de diferente cronología y representan formas diferenciadas. Estos aspectos crono-tipológicos tienen una clara correspondencia con las pastas de los distintos tipos, si bien, las pastas de los tipos 14 y 16 coinciden en presentar texturas más gruesas y con una escasa cantidad de materia vegetal (< 3.5%).

25.4.4.1. Tipo 14 (FB-II). TSF-408 (1577); SM-796 (asociada).

Grupo compuesto por una vasija procedente del turriforme escalonado de *Son Ferrer* (TSF-408) y otra, asociada tipológicamente, de la Torre I de *Puig de Sa Morisca* (SM-796), ambas con un intervalo cronológico 450-200 BC. La pieza de perfil completo posee una base con repié macizo de desarrollo bajo y cuerpo con forma ovoide divergente Forma IIb, sin cuello y con borde divergente recto. No posee elementos de prensión y, en un caso, elementos plástico-decorativos. Se vincula al Tipo IIIb de Pons (1985) y puede relacionarse con la Forma 1a del Talayótico II de Fernández Miranda (1978), pero es de mayores dimensiones y vinculada al tipo vaso. También podría relacionarse con el subtipo troncocónico-cóncavo variante mediana de la clasificación de Palomar (2005). No se conocen piezas asimilables a este tipo en otros yacimientos.

Composicionalmente se trata de dos piezas que muestran cantidades bajas de materia orgánica (<3.5%) y medias-altas (13-22%) de desgrasante mineral, estando mejor ordenado que lo observado en la mayoría de los tipos de las Familias I y II. A pesar tener una textura similar ambas piezas presentan diferencias sustanciales, puede distinguirse una pieza (SM-796) muy rica en calcio (CaO 42%) y otra (TSF-408) más refractaria, pobre en calcita (14%) y con más cuarzos (21%). Ello se relaciona con la adición de calcita cristalina en un caso y la presencia de arenas en el otro, que proporciona unas texturas más gruesa tipo GT-A4. Las dos piezas presentan una pasta compacta, bien preparada, amasada y homogeneizada, con los desgrasantes bien distribuidos.

Por otro lado, en los dos casos se utilizó una atmósfera reductora con final oxidante corto, aspecto que también hace que este tipo difiera de las otras piezas más pequeñas de este periodo. En definitiva, las pastas gruesas observadas en estas piezas son compactas y con escasa porosidad abierta. Los materiales y soluciones tecnológicas utilizadas hacen que, dentro del registro analizado, éstas sean vasijas más versátiles, aptas para todo tipo de actividades, resistentes al impacto y más idóneas para la exposición de las piezas al fuego sin que las paredes sufran daños considerables, al contrario que la mayoría de las piezas pequeñas. Hay que señalar que, a pesar de presentar una forma parecida a la del Tipo 12, las pastas sugieren usos potenciales completamente distintos entre ambos tipos. Finalmente, en la pieza TSF-408 se documenta un engobe en la superficie externa.

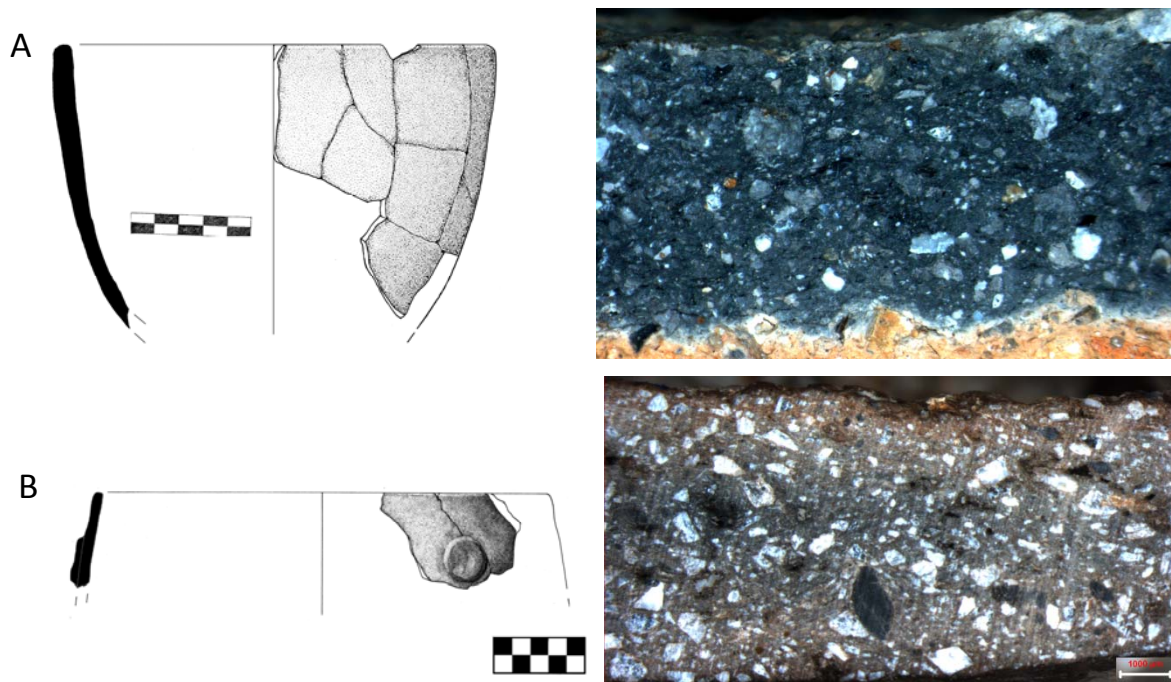


Figura 345. Perfil y microfotografías con binocular de vasijas del Tipo 14. A) Pieza TSF-408 mostrando una pasta muy compacta, poco calcárea y rica en cuarzos. B) Pieza SM-796 mostrando una pasta calcárea, rica en calcita cristalina y cocida en atmósfera reductora.

25.4.4.2. Tipo 16 (FB-IV). Pieza TSF-1104.

Es una pieza que presenta base plana roma de fondo plano y unión base-cuerpo en curva continua. El cuerpo está formado por la yuxtaposición de un troncocono y una esfera siguiendo la Forma XVIIa. Presenta cuello incipiente, borde divergente curvado y elementos plástico-decorativos simétricos. Los rasgos tipológicos remiten a piezas de cronologías más antiguas (850-550 BC), asociadas al Tipo 2 de Lull *et al.* (2008), a la Forma 3 del Talayótico I de Fernández Miranda (1978) o al Tipo Ia de Rosselló Bordoy (1979). La forma más parecida de todas las clasificaciones es el Tipo B, olla bitroncocónica de Camps *et al.* (1969). El tipo de unión del cuerpo con el cuello es muy similar a la mayoría de tipos presentados por estos autores. Dentro de las clasificaciones del Postalayótico, presenta ciertos parecidos con la Forma IX de Pons (1985). En definitiva, es un tipo que presenta más similitudes con vasijas del periodo Talayótico que con las del Postalayótico, principalmente, por la forma marcada de la unión cuerpo-cuello.

Las vasijas que presentan mayores similitudes se localizan en los yacimientos de *Son Ferragut* (Castro *et al.* 2003) y el turriforme escalonado de *Son Oms* (Rosselló Bordoy 1965). En el primer caso la cronología del yacimiento se situaría en el intervalo 700-500 BC y en el segundo 900-700 BC. Este tipo de forma talayótica perdura hasta los primeros siglos del periodo Postalayótico, momento en el que debe situarse el ejemplar analizado. También están constatadas estas formas en yacimientos como *Son Fornés* (Talayot II, habitación V y II) o *Ses Talaies de Can Jordi* (Lull *et al.* 2008).

Se trata de una pieza de la Fábrica 1 asociada a la Producción SM-A1 que sigue la misma tendencia observada en la pieza calcárea del tipo anterior. Es, por tanto, una pieza sin materia orgánica y con concentraciones altas de calcita 75% y de CaO 40%, que muestra una textura con una frecuencia media de desgrasante (10%) distribuido de forma seriada y asociado a la adición de calcita cristalina en cantidades importantes. La calcita se muestra machacada en un tamaño bastante homogéneo y preferentemente medio (800 μm). La compacidad de la pasta y la ordenación regular de los desgrasantes indica que ésta está bastante bien preparada y homogeneizada, así mismo la pieza se constata bien cocida. La pasta se muestra completamente reducida lo que, en este caso y ante la ausencia de materia vegetal, parece indicar el desarrollo de una cocción a baja temperatura, pero en una estructura cerrada y con una mayor duración de la cocción.

El tamaño de grano poco grueso y la escasa porosidad de la pasta hacen que la vasija sea bastante resistente al impacto y a los procesos abrasivos, si bien posee escasos desgrasantes gruesos, lo que minimiza su resistencia al choque térmico. Por estos motivos se puede clasificar esta vasija en el grupo de “texturas finas”, con cantidades moderadas de desgrasante y típicas de cerámicas que no son de cocina. De todos modos, podemos aventurar que esta pieza podría haberse expuesto al fuego sin riesgos excesivos. Al mismo tiempo habría resultado un excelente contenedor para gestionar productos sólidos o semilíquidos y, dados los rasgos de la pasta, tendría una mayor durabilidad que la mayoría de los tipos vistos hasta ahora, excepto los tipos 7.1, 7.8, 11 y 14.

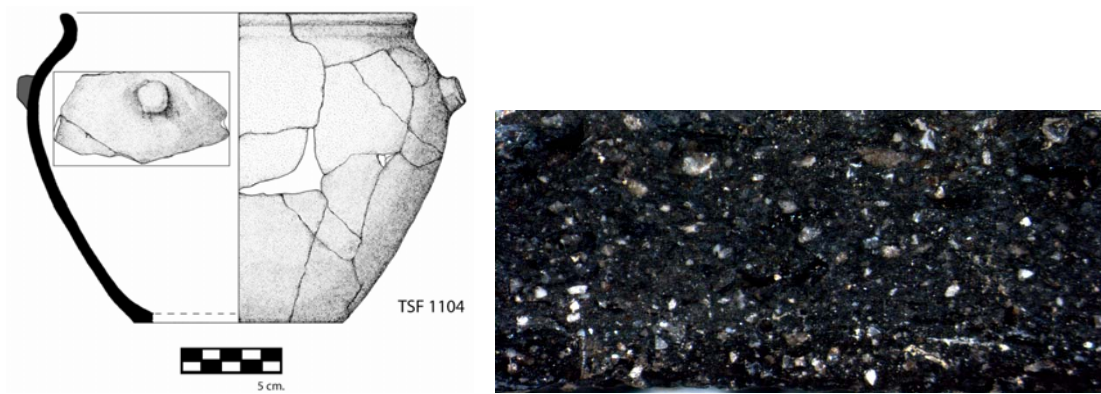


Figura 346. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta calcárea sin materia orgánica y con cantidad media/alta de desgrasante mineral de tamaño submilimétrico de la pieza TSF-1104 asociada al Tipo 16.

25.4.4.3. Tipo 17 (FB-VI): TSB-7/159.

Es una pieza de base plana roma con cuerpo de forma ovoide horizontal Forma IIc, cuello medio y borde divergente curvado que presenta dos asas simétricas y mamelones cónicos en posición asimétrica. Es un tipo que, por dimensiones y la relación entre el diámetro máximo y el diámetro del cuello, se situaría entre el Tipo IV.C.4 y el Tipo XB de la clasificación de Pons (1985). Presenta una morfología perfectamente asimilable al Tipo 6.C de Fernández Miranda (1978), pero con unas dimensiones que determinan una pieza algo más ancha. Se puede asociar también al Tipo 7 de Ensenyat (1981). Vasijas algo parecidas se encuentran en las necrópolis de *Son Maimó* (Amorós 1974), *Cova Monja* (Ensenyat 1981), *Cas Santamarier* (Rosselló Bordoy y Guerrero 1983) y *Sa Carrotja* (Pons 1991). Es un tipo que presenta un intervalo cronológico entre el siglo IV BC-I AC.

Esta pieza de la Fábrica 8 destaca dentro de la Familia V por varias causas: por un lado, se trata de una pieza *border calcareous* (Calcita y CaO = 1-2%) y poco ferruginosa (5%), donde destaca la ausencia de desgrasante mineral (1%) y el predominio de desgrasante vegetal (21%) como principal anti-plástico de la pasta. Este aspecto permite distribuir la pieza en el grupo de texturas finas con baja frecuencia de desgrasante mineral y una mayor importancia del vegetal, con pastas pobremente preparadas en las que hay una escasa homogeneización del desgrasante. Por el contrario, presenta niveles altos de cuarzo (22%), que deben relacionarse con la presencia de arenas muy finas en la pasta. La cocción es a baja temperatura y la cantidad alta de materia orgánica, parcialmente grafitizada, determina una sección muy reducida.

Todo indica que los rasgos tipológicos distintivos de esta pieza son extensibles también a las características de la pasta. Funcionalmente, este tipo habría resultado más apto para la gestión de líquidos, semilíquidos y sólidos que no para exponerse al contacto con el fuego. Se trata de una pasta que habría tenido cierta resistencia al impacto pero una escasa resistencia a la abrasión.

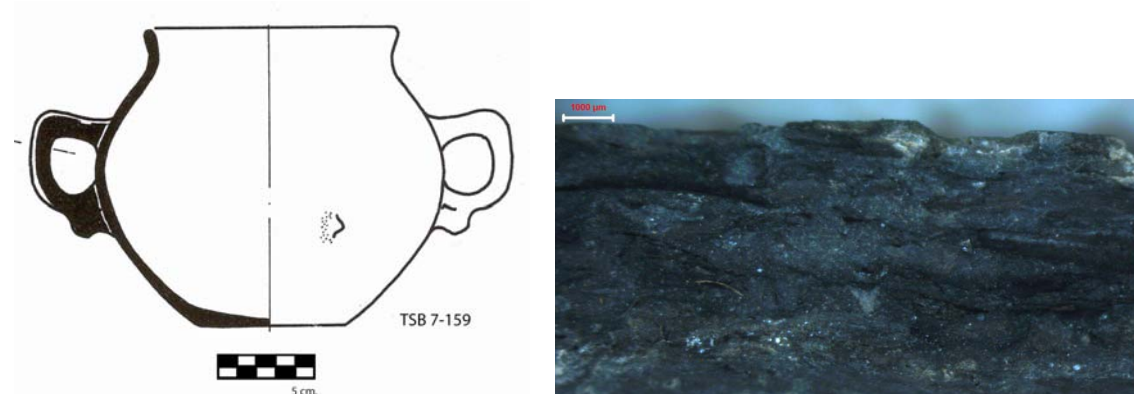


Figura 347. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta poco calcárea, con una alta cantidad de materia orgánica y una textura muy fina sin desgrasante mineral de la pieza TSB-7/159 (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).

25.4.5. Familia VI.

25.4.5.1. Tipo 18 (FB-II): SM-660 (asociada).

Se trata de una pieza asociada tipológicamente que presenta cuerpo con forma ovoide divergente Forma IIb, sin cuello y borde recto. La vasija presenta el diámetro máximo (260 mm) en el borde. No se han reconocido paralelos claros para este tipo. La única pieza que recuerda a este tipo, es un fragmento procedente de *Son Fornés* (Díez *et al.* 1980: Fig. 7), aunque sus dimensiones son bastante más grandes. Se trata de una pieza del siglo IV BC altamente funcional que muestra la utilización de una pasta calcárea en la que el porcentaje de mineral es alto (17%) y aparece estrechamente asociado con la cantidad de calcita cristalina añadida a la pasta, que alcanza proporciones altas en la pieza, asociada a la Producción SM-A1. Esta adición diferencial afecta enormemente a la cantidad de CaO (48%) y de mineral observadas, así como en el tamaño de los desgrasantes, la textura es más gruesa (GT-A3) debido a que se ha añadido abundante desgrasante. En todo caso, puede señalarse un predominio del mineral sobre el componente vegetal, que se mantiene en niveles bajos (<5%).

La pasta se muestra bien preparada, con el desgrasante bien triturado, distribuido de forma seriada y homogeneizado por la matriz que, salvo por algunos poros, tiene un aspecto compacto. El tipo de materiales utilizados y su modo de preparación determinan que la pasta sea moderadamente porosa y que se trate de una pieza con una buena configuración básica para tener resistencia al impacto y a la abrasión y, por tanto, para realizar múltiples funciones, incluida la exposición al fuego. La cocción es predominantemente en ambiente reductor con un final oxidante y de buena calidad. Se habría efectuado una cocción a baja temperatura, relativamente larga y, probablemente, en una estructura cerrada.

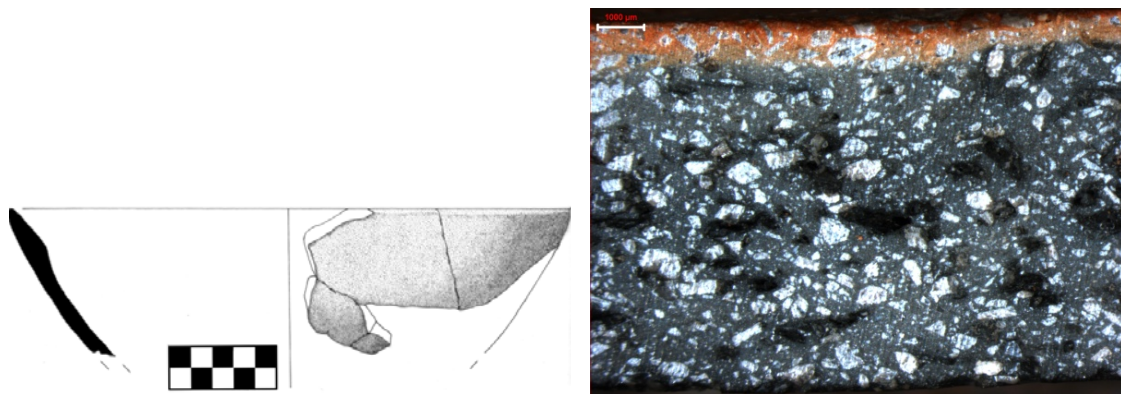


Figura 348. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza SM-660 mostrando una pasta compacta moderadamente porosa y con una textura gruesa donde predomina la calcita cristalina cocida en atmósfera reductora con final oxidante.

25.4.6. Familia VII.

De esta familia contamos con un total de 10 casos, de modo que se va a distinguir, en base a métodos estadísticos, entre las pastas de las distintas variantes morfo-tipológicas establecidas para esta familia. La finalidad ha consistido en tratar de establecer si estas variantes tipológicas se relacionan también con variables composicionales o tecnológicas. Para ello se han utilizado siete variables diagnósticas que han permitido apuntar hacia ciertas tendencias exploratorias entre los distintos tipos.

El Análisis de Componentes Principales realizado evidencia los mismos rasgos observados en anteriores análisis. El primer componente obtenido representa un total del 51.6% de la varianza mientras el segundo un 36.1%, sumando ambos un 87.7% de la varianza total observada.

Análisis conjunto de pasta y tipología

El primer componente muestra un alto peso (>0.8) de las variables porcentaje de calcita, CaO, total de desgrasante y desgrasante mineral, que muestran todas ellas una correlación positiva entre sí. Este aspecto indica que el grupo se halla estrechamente condicionado por la cantidad de carbonatos añadidos a la pasta. Por otro lado, se observa una correlación negativa muy significativa entre estas variables y la cantidad de cuarzo, que también tiene un peso bastante importante en el componente (-0.874). El peso en el segundo componente aparece supeditado a la cantidad de desgrasante vegetal y de Fe₂O₃, que muestran una correlación positiva entre sí. Las piezas con más desgrasante vegetal son las que poseen una mayor cantidad de hierro. Este procedimiento ha permitido observar importantes divergencias tecnológicas entre las piezas de los distintos tipos, y dentro de un mismo tipo (Fig. 350), que a continuación se van a explicitar.

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3,612	51,607	51,607
2	2,527	36,106	87,713
3	,620	8,860	96,572
4	,175	2,505	99,077
5	,057	,820	99,898
6	,007	,102	100,000

	Componente	
	1	2
% Calcita	,912	,105
% CaO	,829	-,473
% Mineral	,805	-,432
% Vegetal	,109	,953
% Cuarzo	-,874	-,388
% Desgrasante	,814	,347
% Fe ₂ O ₃	-,085	,962

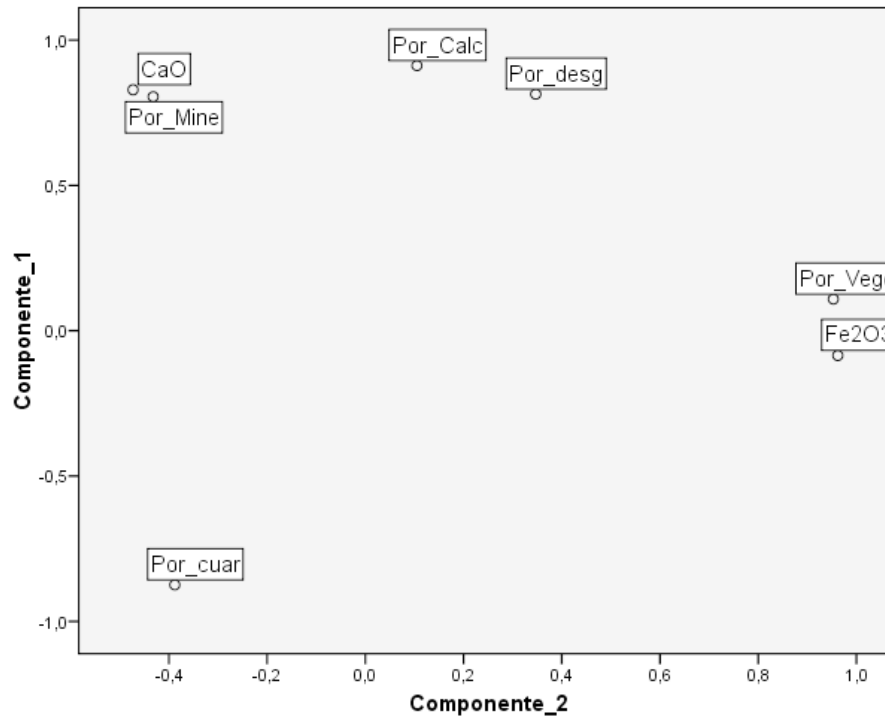


Figura 349. Distribución en el primer y segundo componente de las variables comprendidas en el análisis ACP.

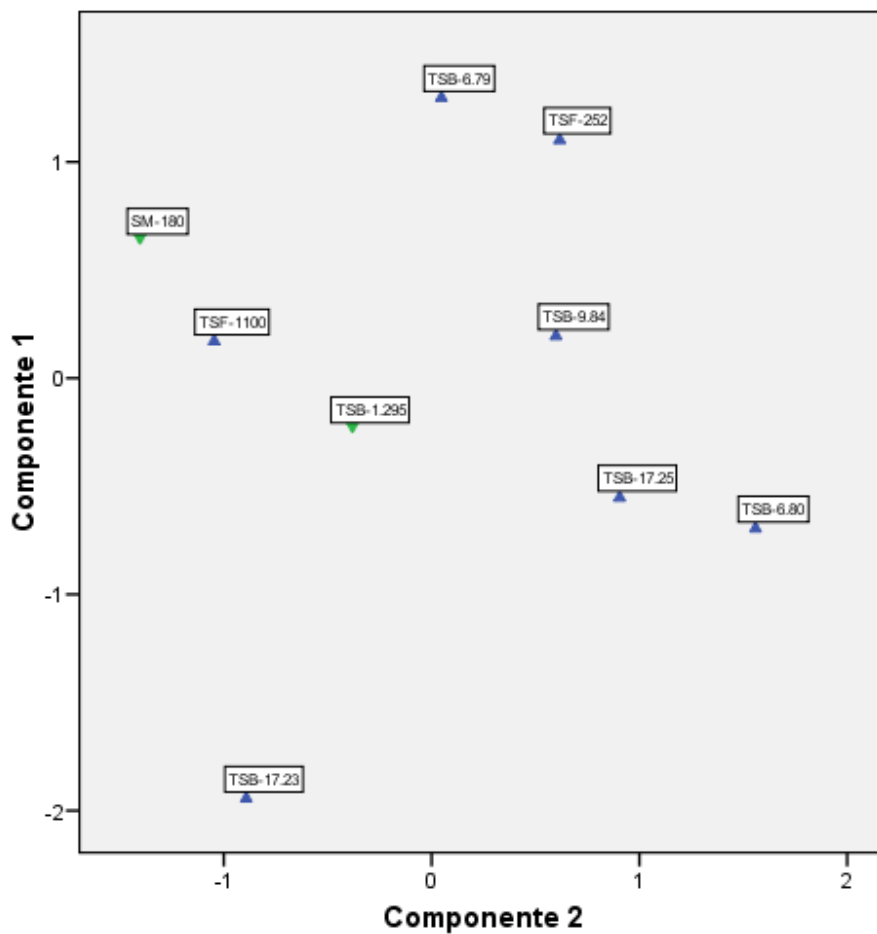


Figura 350. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas de la Familia VII según puntuaciones obtenidas en el primer y segundo componente y marcadas en función del tipo (azul: Tipo 19; verde: Tipo 20).

25.4.6.1. Tipo 19 (FB-IV).

Son piezas de base plana roma con cuerpo ovoide horizontal Forma IIc o bien cuya forma compuesta deriva de la yuxtaposición de un troncocono y una esfera siguiendo la Forma XVIIa. Tienen cuello de desarrollo incipiente o medio y el borde divergente curvado, no presentan elementos de presión pero sí elementos plástico-decorativos que consisten en bandas aplicadas verticales simétricas o mamelones cónicos y cilíndricos simétricos. Pueden establecerse dos subtipos en función de variables morfométricas como el grado de desarrollo del cuello, la forma del cuerpo y la relación entre el diámetro máximo y la altura.

a) Subtipo 19.1: TSB-9/84, TSB-6/79, TSB-17/23, TSB-17/25, TSB-6/80.

Son cinco piezas del *Turó de les Abelles*, datadas entre finales del siglo III y el I BC, de base plana roma con cuerpo ovoide horizontal Forma IIc, cuello de desarrollo medio y borde divergente curvado. No presentan elementos de presión pero sí elementos plástico-decorativos que consisten en bandas aplicadas verticales simétricas o mamelones cónicos y cilíndricos simétricos. Este grupo se podría asimilar al Tipo Pitoide I.A.1 de Pons (1985), aunque las vasijas son de mayores dimensiones, y al Tipo Olla, subtipo globular, variedad esbeltez mediana, sub-variedad abierta, variante mediana de Palomar (2005). Vasijas similares a este tipo se encuentran en el santuario de *Son Marí* (Guerrero 1983) y en la cueva funeraria de *Son Boronat* (Guerrero 1979). En el primer caso, con una cronología del siglo I BC y, en el segundo, con un intervalo entre los siglos VI-IV BC. Es, por tanto, un tipo anterior al siglo IV BC que perdura hasta el cambio de era.

Como puede observarse en el gráfico realizado hay una gran dispersión dentro de este subtipo, incluso entre piezas que pertenecen a un mismo yacimiento y sector. Por un lado, y a pesar de constatar un predominio de pastas ricas en hierro, puede señalarse la variedad de producciones presente en este subtipo. Dos piezas (TSB-17/23 y TSB-6/79) no se han podido clasificar dentro de ningún Grupo de Referencia. Sin embargo, tres vasijas relacionadas con distintos sectores (TSB-17/25, TSB-9/84 y TSB-6/80), coinciden en situarse en la producción TSB-A3 y cuatro del total en la Fábrica 2 (excepto TSB-17/23).

Ello indica la utilización de materias primas con un mismo origen y unas soluciones técnicas similares para fabricar piezas de este tipo que después fueron depositadas en distintos sectores del yacimiento.

Al margen de estos resultados químicos, puede señalarse que las pastas de este subtipo sólo coinciden en que la cantidad de desgrasante vegetal supera al mineral en una proporción superior a 2:1. También es recurrente la estrategia de cocción, donde, excepto en las piezas TSB-6/79 y TSB-17/23, la sección se muestra claramente reducida debido a la utilización de bajas temperaturas y tiempos cortos de exposición en estructuras abiertas. Se observan tres tendencias claras que se corresponden con lo observado a nivel geoquímico dentro de este subtipo. Ello evidencia que no existe un ajuste funcional de las pastas a la forma, sino que su modo de fabricación debe relacionarse más con procesos de multifuncionalidad, polifuncionalidad, redundancia y falta de especialización, así como con tradiciones tecnológicas distintas que fabrican una misma forma utilizando diferentes cadenas operativas en la confección de pastas:

1. Pastas *border calcareous* (CaO y calcita 2-3%), más silíceas, refractarias, ricas en cuarzo (26%) y con una textura media/fina, con menos de 5% de desgrasante mineral y sin apenas desgrasante vegetal (1%). Finalmente, señalar una cocción dominada claramente por una atmósfera oxidante. Esta pasta está representada por la pieza TSB-17/23, adscrita a la Fábrica 16, que ha mostrado una pasta menos porosa y más compacta, cocida en una atmósfera oxidante. Presenta unas características que la hacen resistente al impacto y a los procesos abrasivos. Resultaría apta como vasija para la gestión de productos de variado tipo, alargando además su esperanza de vida de uso.

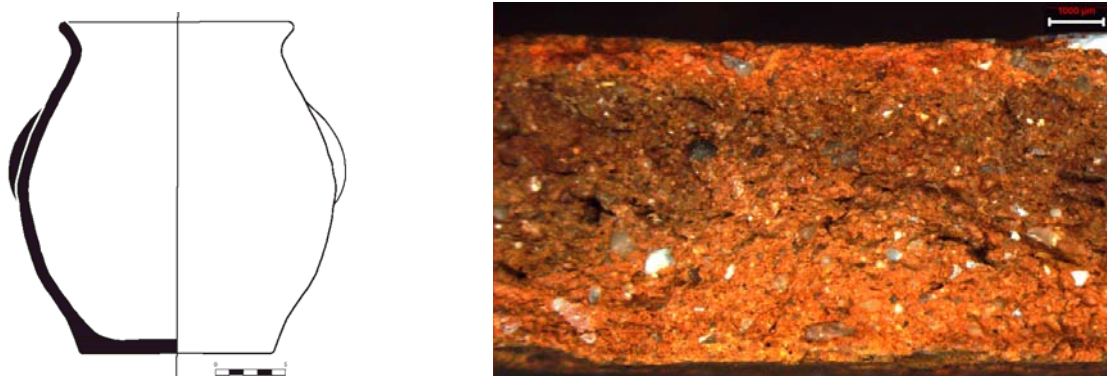


Figura 351. Perfil y microfotografías con binocular de la pieza TSB-17/23 mostrando una pasta oxidada, compacta, poco porosa y con una textura fina donde predomina el cuarzo (Dibujo: J. García Rosselló).

2. Pastas calcáreas ferruginosas (Fe_2O_3 12.5-15%) asociadas a piezas de la Fábrica 2 y de la producción TSB-A3 (TSB-17/25, TSB-9/84 y TSB-6/80), con una textura variable y concentraciones de desgrasante vegetal superior a las de mineral. Las diferencias en la cantidad de CaO (8-20%) de las piezas de este tipo aparecen claramente determinadas por la cantidad de desgrasante mineral añadido a la pasta. Este aspecto y la adición diferencial de vegetal (5-14%) es el que determina la variabilidad en las pastas de esta producción y subtipo. Sin embargo, todas ellas coinciden en presentar una baja frecuencia en la cantidad de mineral (<5%). Este mineral se corresponde con la adición de pequeñas cantidades de calcita cristalina mal homogeneizada en tamaño. Se trata de pastas bastante porosas y algunas vasijas, como TSB-6/80, presentan fases postdeposicionales que atacan la pasta a través de los poros de la matriz. Resulta interesante señalar que, esta última pieza, apareció en el yacimiento claramente vinculada a la ánfora TSB-6/37 con el cuello seccionado (Camps y Vallespir 1998: 136) lo que, dados los rasgos de las pastas, podría reafirmar que estas piezas, *a priori* poco aptas para actividades de cocina, se utilizaron para la gestión de productos sólidos o semilíquidos.



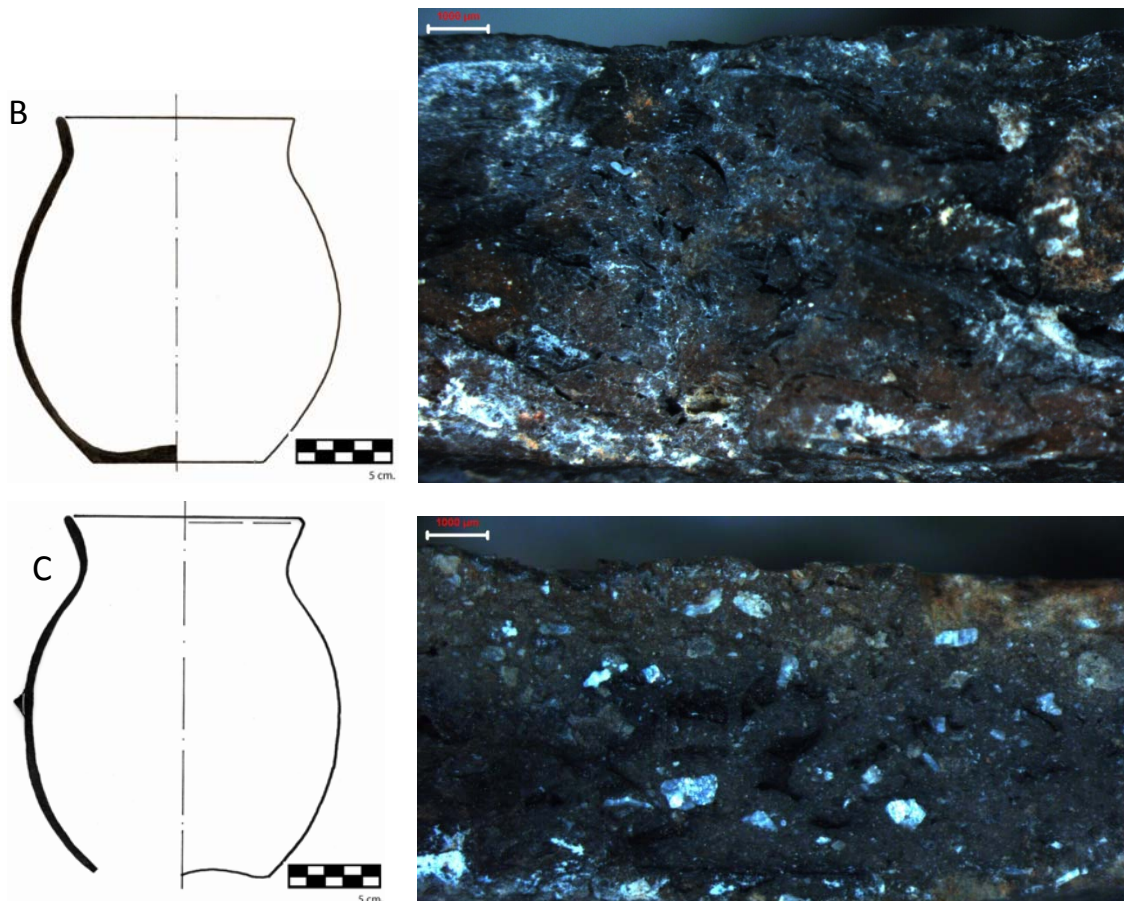


Figura 352. Perfil y microfotografías con binocular de las piezas de la producción TSB-A3 del Subtipo 19.1 mostrando una pasta ferruginosa, reducida y porosa, con predominio del desgrasante vegetal y una cantidad variable de mineral A) pieza TSB-17/25 mostrando una pasta muy porosa y fina con sólo unos pocos cristales de calcita. B) Pieza TSB-6/80 con una alta porosidad abierta que ha favorecido el incremento de fases postdeposicionales en la pasta. C) Pieza TSB-9/84 mostrando una pasta con un ligero incremento en la cantidad de calcita cristalina.

3. La tendencia de predominio de la materia orgánica sobre el componente mineral se rompe en la pieza mal clasificada TSB-6/79. En esta vasija ferruginosa de la Fábrica 2.3. hay un claro predominio del desgrasante mineral de tamaño grueso (17%), que triplica al porcentaje de vegetal (5%). Ello favorece texturas gruesas tipo GT-A1, así como un incremento de la cantidad de CaO (26%) debido a la adición de calcita cristalina triturada en un tamaño poco homogeneizado. En general, la pasta se constata relativamente bien preparada, mezclada y compactada. Por otro lado, esta pieza presenta una cocción diferencial que muestra un mayor grado de oxidación de la pasta, especialmente en su cara externa, lo que podría indicar una mejor cocción.

Todos estos datos tecnológicos apoyan el hecho de clasificarla en una producción diferenciada. Los rasgos de la pasta indican que esta vasija es potencialmente multifuncional llegando a ser, incluso, apta para exponerse al contacto directo con el fuego. En todo caso, sería un artefacto que tendría una mayor resistencia al impacto y a los procesos abrasivos que los observados en otros tipos de mediano tamaño. A la vez, esta pasta habría permitido modelar una pieza más alta y esbelta sin generar defectos graves en la forma.

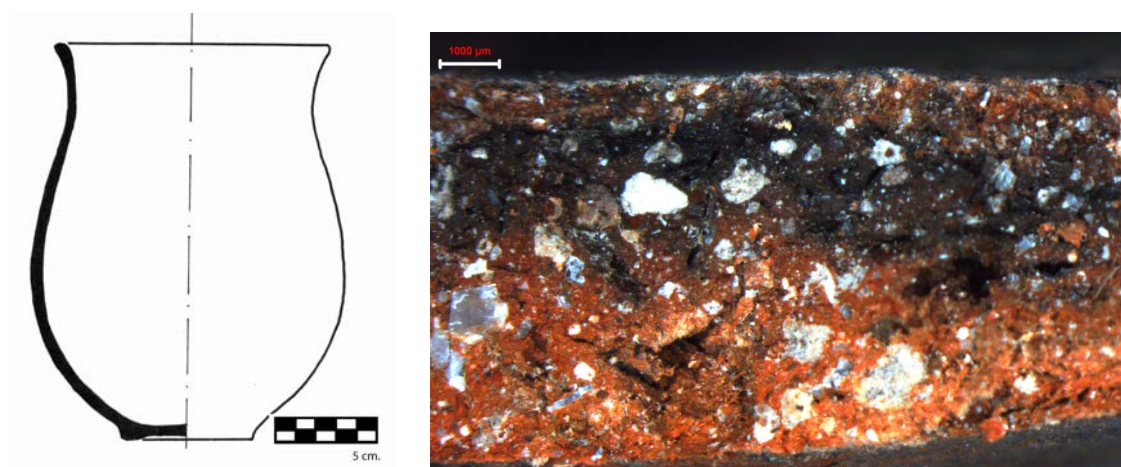


Figura 353. Perfil y microfotografías con binocular de la pieza TSB-6/79 mostrando una pasta parcialmente oxidada, compacta, poco porosa y con una textura gruesa donde predomina la calcita cristalina (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).

b) Subtipo 19.2: TSF-1100.

Es una pieza de base plana roma cuya forma compuesta deriva de la yuxtaposición de un troncocono y una esfera siguiendo la Forma XVIIa. Tiene cuello de desarrollo incipiente o medio y el borde divergente curvado, no presenta elementos de presión pero sí elementos plástico-decorativos que consisten en mamelones cónicos y cilíndricos simétricos. Es asimilable al Tipo Olla, subtipo globular, variedad esbeltez mediana, sub-variedad abierta, variante mediana de la clasificación de Palomar (2005). También presenta ciertas semejanzas con el Tipo 2 de Lull *et al.* (2008). Vasijas parecidas se encuentran tanto en hábitats como en contextos funerarios, en los yacimientos de habitación de *Son Ferragut* (Castro *et al.* 2003) y *Son Fornés* (Palomar 2005; Lull *et al.* 2008) y en la necrópolis de *Son Boronat* (Guerrero 1979). Si bien es un tipo que perdura al menos hasta el siglo II BC sus paralelos más claros se sitúan en una cronología en torno al final del Talayótico y principios del Postalayótico (700-500 BC).

La vasija denominada orza (SF-T2-172) supone la forma más parecida. La vasija 11539 procedente de la cueva de *Son Boronat* es algo mayor de lo que caracteriza a este tipo, sin embargo presenta una morfología, unas relaciones métricas y una decoración idénticas a esta vasija procedente de *Son Ferrer*.

Se trata de una pieza de la Fábrica 1 asociada al Grupo de Referencia SM-A1, con una pasta muy calcárea (CaO 30%) que se relaciona con la adición de calcita cristalina a la pasta, favoreciendo una textura con cantidades medias (9%) de desgrasante mineral de tamaño submilimétrico. La pasta no tiene apenas materia vegetal (2%) y se muestra bien preparada, con el desgrasante bien distribuido de forma seriada, poco porosa y compacta. La pieza muestra una cocción larga en ambientes reductores con final oxidante, probablemente, realizada en una estructura cerrada. Todo indica que constituye una pieza ideal para realizar múltiples funciones y sería un excelente contenedor de sólidos o semilíquidos ya que la pasta posee una cantidad de desgrasante moderada y de un tamaño medio lo que, en principio, favorece una buena resistencia al impacto. Al tener una baja porosidad abierta ésta sería más resistente a la abrasión, pudiendo tal vez, incluso, funcionar para cocinar alimentos. De todos modos hay que señalar que aspectos cronológicos pueden explicar el aislamiento de la pieza TSF-1100 respecto al resto de piezas del Tipo 19, tanto en lo que se refiere a su tipología como a los rasgos de las pastas.

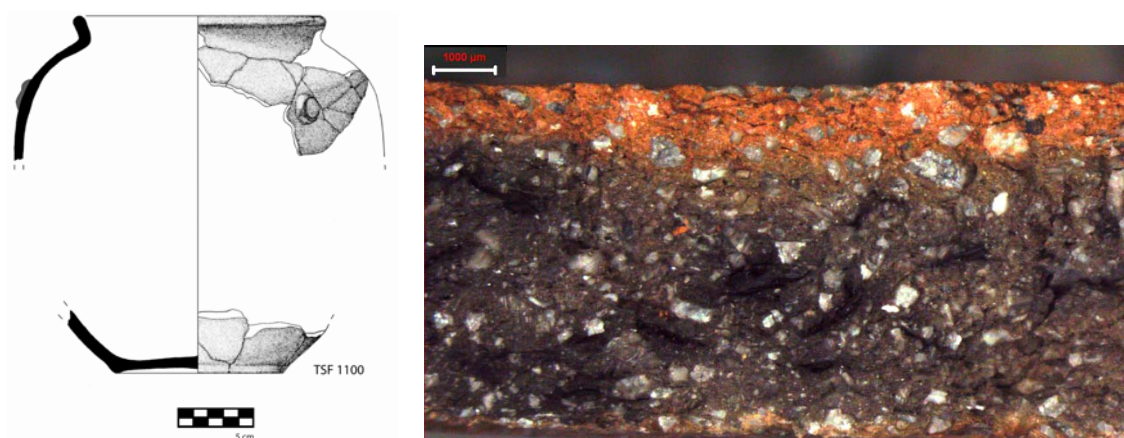


Figura 354. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSF-1100 mostrando una pasta de tendencia reductora, compacta, moderadamente porosa y con una textura gruesa donde predomina la calcita cristalina de tamaño submilimétrico.

25.4.6.2. Tipo 20 (FB-VI).

Son tres vasijas de diferentes yacimientos con base plana roma con cuerpo ovoide horizontal Forma IIc o bien forma compuesta que deriva de la yuxtaposición de un troncocono y una esfera Forma XVIIa. Presentan cuello de desarrollo pronunciado, boca cerrada, borde divergente curvado y, opcionalmente, asas de cinta (García Rosselló y Quintana 2003). Se establecen dos subtipos que se distinguen morfológicamente por la forma del cuerpo y de la base, así como por el grado de desarrollo del cuello. Estas diferencias son también tangibles en la pasta, se trata de piezas de diferentes producciones que presentan una textura y una composición muy variables, altamente supeditadas a la cantidad de desgrasante mineral y vegetal añadido. Morfológicamente, se han podido distinguir dos subtipos que responden bien al carácter más o menos ferruginoso de la arcilla; las piezas de ambos subtipos suelen presentar recubrimientos arcillosos más o menos gruesos en superficie y una cocción intensamente reductora con sólo los márgenes oxidados. Puede señalarse que estas piezas no estarían bien diseñadas para exponerse al contacto con el fuego y su pasta resulta mucho más apta para la gestión de líquidos, que podrían conservarse en buenas condiciones y frescos en vasijas relativamente resistentes al impacto que, al no ser excesivamente macroporosas, no habrían desperdiciado el contenido.

a) Subtipo 20.1: TSB-1/295, TSF-252 (asociada).

Son piezas de base plana roma con cuerpo ovoide horizontal Forma IIc que presentan un cuello de desarrollo pronunciado, boca cerrada, borde divergente curvado y asas de cinta. No puede establecerse una asimilación con otras tipologías, la única pieza que se ha encontrado con ciertos parecidos morfométricos es una procedente de la Habitación B de *Puig d'en Canals* (Ensenyat 1956, lámina XXXV).

Los niveles más altos de hierro son los del Subtipo 20.1, donde el Fe_2O_3 se sitúa entre 8.6-10% (TSF-252, TSB-1/295). Ambas muestras, aunque tienen además una cantidad muy parecida de CaO (24-25%), se asocian a distintas producciones (TSF-D y TSB-B1) y presentan texturas diferentes (GT-C3 y GT-B2). Éstas son medio/finas dependiendo de la cantidad de calcita cristalina añadida a la pasta, que provoca oscilaciones en la cantidad de mineral.

El desgrasante mineral, que oscila entre 6.5-11%, prevalece sobre el vegetal, que suele ser bajo (<4%), excepto en la pieza TSF-252, que se sitúa muy parecido al mineral (11%). Como puede observarse, las texturas resultan variables como consecuencia de la adición de cantidades moderadas de mineral, esencialmente calcita cristalina, y materia vegetal lo que se relaciona bien con distintas unidades productivas y una escasa adaptación funcional de las pastas.

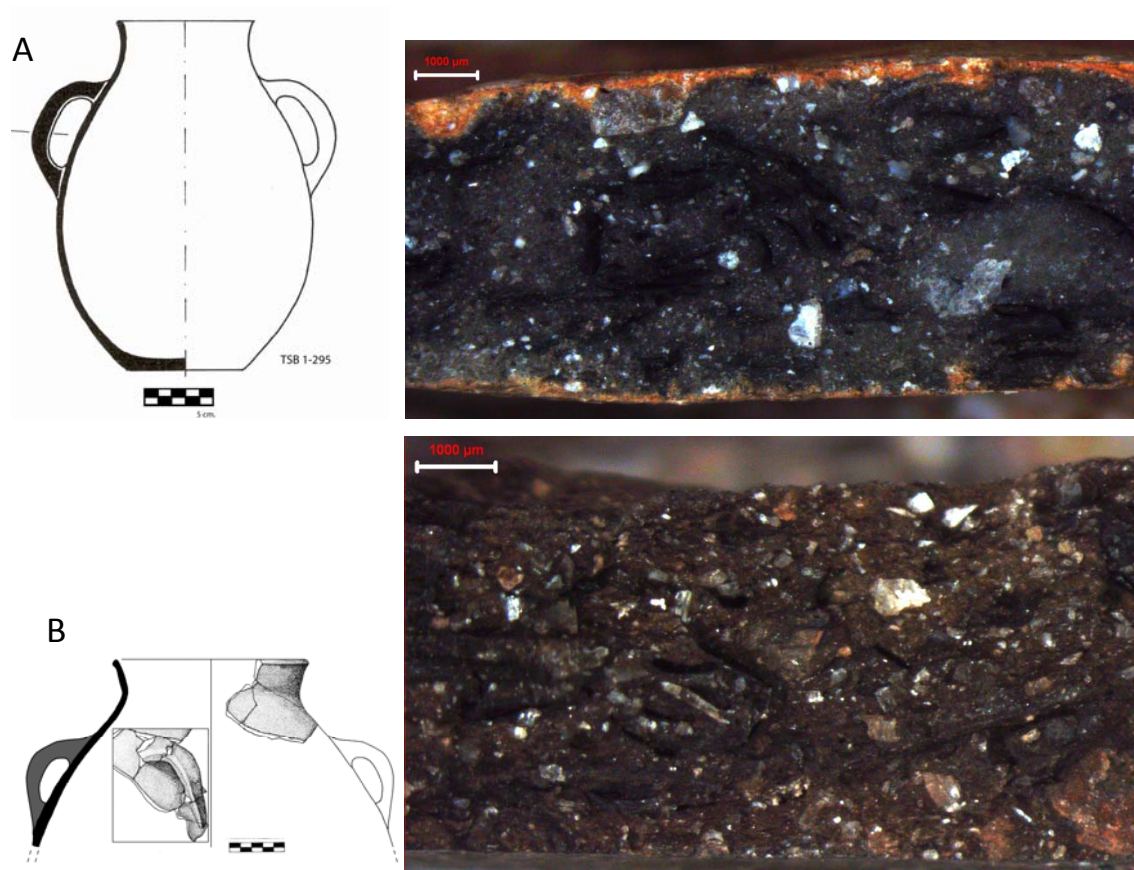


Figura 355. Perfil y microfotografías con binocular de las piezas del Subtipo 20.1 mostrando una pasta porosa, con predominio del mineral y una cantidad variable de vegetal. A) Pieza TSB-1/295 (Dibujo: Camps y Vallespir 1998). B) Pieza TSF-252.

b) Subtipo 20.2: SM-180.

Es una pieza de base plana roma con cuerpo compuesto que deriva de la yuxtaposición de un troncocono y una esfera Forma XVIIIa. Presenta un cuello de desarrollo pronunciado, boca cerrada, borde divergente curvado y no tiene asas de cinta. Es asimilable a los Tipos I.B.5 (Pitoide troncocónico globular con cuello acampanado sin asas), XI.B (urna troncocónico globular de cuello alto y recto) y II.B (cuerpo ovoide con cuello) de Pons (1985). Se ha localizado una vasija de *Cova Monja* que resulta algo similar (Ensenyat 1981). Quizás el tipo más similar sería el de *Hospitalet Vell* (Rosselló 1983) o el de *Pollentia* (Fernández Miranda 1983). García y Quintana (2003) señalan que este tipo de pieza no resulta esencialmente distinta de las de claro carácter funerario, ya sean de cuello acampanado o globulares, puesto que recuerda a algunas urnas aparecidas en lugares de enterramiento, estableciendo una cronología en torno a los siglos IV-II BC.

La pieza SM-180, asociada a la Fábrica 14, se agrupa en el Subtipo 20.2, que resulta con un menor contenido en Fe_2O_3 (3.9%). El desgrasante mineral en esta pieza, no clasificada dentro de ninguna producción, está en concentraciones importantes (16%) y prevalece sobre el vegetal, que resulta bajo (<4%). La textura gruesa obtenida resulta como consecuencia de la adición de materia mineral, esencialmente rocas calizas o brechas, que proporciona una pasta más calcárea (CaO 34%). Así mismo esta adición diferencial propicia la obtención de texturas gruesas tipo GT-A3, donde la pasta se presenta, además, bien homogeneizada, compactada y trabajada.

Finalmente, la pasta se muestra bien cocida, en una cocción relativamente larga a baja temperatura y en un ambiente reductor que favorecen una pasta más compacta. También se observa un engobe muy grueso en su superficie externa que reduce la porosidad abierta, incrementando la eficiencia de este contenedor para almacenar productos de tipo líquido. En definitiva, las soluciones tecnológicas constatadas en la pasta favorecen la obtención de un producto multifuncional, eficiente en términos de resistencia al impacto y a la abrasión, y que ofrece condiciones favorables para la conservación de alimentos.

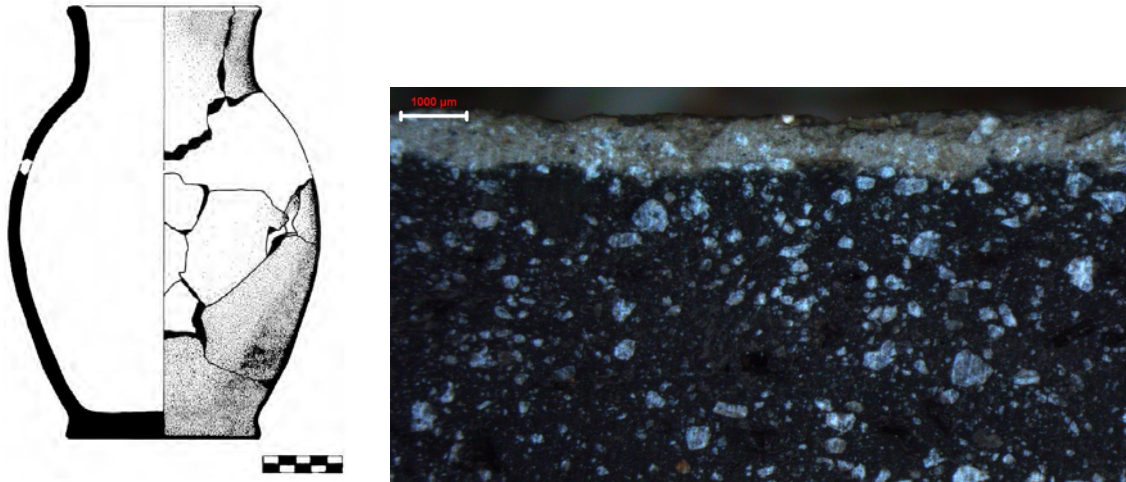


Figura 356. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza SM-180 mostrando una pasta de tendencia reductora, compacta, poco porosa y con una textura gruesa donde predominan rocas calcáreas de tamaño submilimétrico y un engobe grueso (Dibujo: García Rosselló y Quintana 2003).

25.4.7. Familia VIII.

Esta familia está representada por un único tipo que engloba a seis piezas que pueden categorizarse a su vez en distintos subtipos. A continuación, se procede a explicar las características de las pastas en conjunción con los datos morfo-tipológicos.

25.4.7.1. Tipo 21 (FB-IV).

Engloba a seis piezas con base con repié macizo, cuerpo forma ovoide horizontal Forma II o forma compuesta que deriva de la yuxtaposición de un troncocono y una esfera siguiendo la Forma XVIIa. El cuello es incipiente o pronunciado, el borde es divergente curvado y no presenta elementos de presión, los elementos plástico-decorativos consisten en la presencia opcional de mamelones cónicos, bandas circulares con mamelón central o bandas verticales.

Se establecen tres subtipos que se distinguen morfológicamente según la forma del cuerpo, el desarrollo del cuello, la relación entre el diámetro máximo y el diámetro del cuello, así como la relación entre la altura y el diámetro máximo. Coincidiendo con la variabilidad tipológica, también a nivel de pastas existe una amplia variedad ya que se constatan piezas que se asocian a distintas producciones y muy variables en lo que se refiere a la cantidad de CaO (6-35%) y Fe₂O₃ (4.7-12.9%).

Como rasgo común destacable a todas ellas, puede observarse que las pastas se relacionan esencialmente con una textura tipo GT-C2. En todos los casos, se trata de pizzas de tamaño considerable pero que presentan, sin embargo, una baja frecuencia de anti-plástico mineral (3%). No se ha añadido ningún desgrasante mineral y se ha elegido preferentemente desgrasante vegetal en cantidades muy variables (5-18%). En general, suponen piezas en las que la escasa cantidad de desgrasante mineral las hace poco propicias para su exposición al contacto con el fuego. Por el contrario, resultarían excelentes contenedores de almacenamiento, aunque susceptibles de tener una corta vida de uso debido a la fragilidad del cuerpo cerámico ante heladas y otros fenómenos abrasivos como la lluvia ácida, etc. En lo que se refiere a la estrategia de cocción también resultan coincidentes en el predominio de núcleos reducidos y márgenes muy estrechos oxidados que remiten a cocciones de corta duración en atmósfera oxidante y a baja temperatura. Finalmente, se documenta la presencia de engobes en varias de las piezas, especialmente en aquellas más porosas.

a) Subtipo 21.1: TSB-5/20 y TSF-239.

Subtipo formado por dos vasijas, una localizada en el Sector 5 (TSB 5-20) del *Turó de Ses Abelles* (siglo II BC) y otra en el Ámbito Funerario I (TSF 239) del turriforme escalonado de *Son Ferrer* (450-200 BC). Son piezas con base con repié macizo, cuerpo forma ovoide horizontal Forma II, cuello incipiente y borde divergente curvado. No presentan elementos de presión y los elementos plástico-decorativos consisten en la presencia opcional de mamelones cónicos. Se puede incluir dentro del tipo Olla, subtipo globular, variedad esbeltez mediana, subvariedad semiabierta de la clasificación de Palomar (2005). Una vasija procedente del *Puig d'en Canals* se podría incluir dentro de este tipo al ser achatada y de boca ancha. Cronológicamente se situaría en el intervalo establecido entre los siglos IV-I BC (Ensenyat 1956).

Al margen de la pauta general establecida para este tipo, donde no se han añadido desgrasantes minerales, se observa que las piezas de este subtipo son las únicas que presentan pequeñas cantidades de desgrasante mineral. Sólo se documentan algunas arenas ricas en cuarzo (22%) en la pieza TSF-239, no clasificada dentro de ninguna producción. Por otro lado, se constatan pequeñas cantidades de rocas calizas, con calcita cristalina, muy mal trituradas y pobremente ordenadas por la matriz, en la pieza del TSB-5/20, asociada a la Producción TSB-A1.

En esta pieza, la adición de rocas supone un ligero incremento del mineral presente en la pasta (8%) que pasa a presentar algunas inclusiones de tamaño medio (GT-C3) mal distribuidas por la matriz. En todo caso, pueden considerarse estas piezas como de “textura fina” y moderadamente calcáreas (CaO 8-11.5%). En definitiva, ambas piezas se muestran muy diferentes entre sí, pertenecen a producciones diferentes, presentan minerales mayoritarios diferentes y cantidades desiguales de Fe_2O_3 (5 y 13%). Ello determina la presencia de dos fábricas (F-2 y F-8) distintas que remite a la utilización de distintos materiales y a un tipo escasamente estandarizado más allá de la mera coincidencia tipológica. Sin embargo, texturalmente ambas piezas presentan cantidades muy parecidas de CaO (8-12%) y desgrasante vegetal (5-7%). Finalmente, señalar que éstas parecen presentar un engobe en sus superficies.

Todo indica, dados los rasgos de las pastas, que éstas habrían sido unas piezas aptas para múltiples funciones como contener y gestionar productos sólidos o semilíquidos, pero no para su exposición repetida al contacto con el fuego. Se trata de piezas poco resistentes a los procesos abrasivos y que habrían requerido de cierto reemplazo, aunque habrían presentado cierta resistencia al impacto y permitido una buena transpiración del contenido.



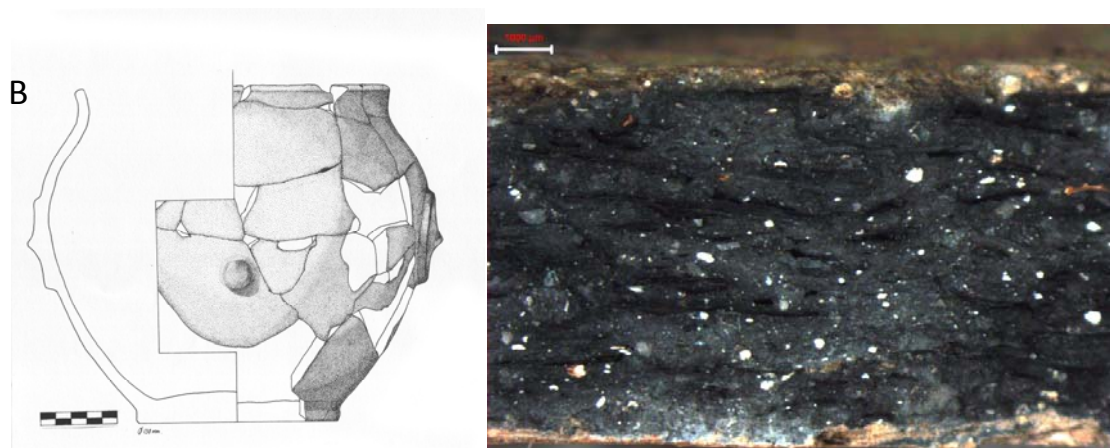


Figura 357. Perfil y microfotografías con binocular de las piezas del Subtipo 21.1 mostrando una pasta porosa, con predominio del vegetal y una cantidad variable de mineral. A) Pieza TSB-5/20 con algún fragmento de roca (Dibujo: Camps y Vallespir 1998). B) Pieza TSF-239 mostrando una matriz fina con sólo algunas arenas.

b) Subtipo 21.2: TSF-264 y TSF-234.

Son vasijas localizadas en el Ámbito Funerario I del turriforme escalonado de *Son Ferrer* (TSF-264, TSF-234) que cronológicamente se ubican en el intervalo 450-200 BC. Son piezas con base con repié macizo, cuerpo con forma ovoide horizontal Forma XVIIIa y cuello incipiente con borde divergente curvado. No presentan elementos de prensión y los componentes plástico-decorativos consisten en la presencia opcional de mamelones cónicos o bandas verticales. Esta forma resulta asimilable al mismo tipo de la clasificación de Palomar (2005) que el señalado para el subtipo anterior. Una vasija procedente de la Habitación B del *Puig d'en Canals* (Ensenyat 1956) es bastante similar al ejemplar TSF-234.

Son piezas cuyas pastas son muy parecidas, con escaso componente mineral (2%) y, por tanto, de textura muy fina (GT-C2). Además, ambos recipientes presentan cantidades medias/altas de vegetal (8-12%), que constituye el principal anti-plástico de la pasta. La estrategia de cocción también se muestra muy similar: ambas piezas presentan un núcleo reducido y sólo un margen muy fino oxidado, se realizó una cocción muy corta, a baja temperatura y, probablemente, en una estructura abierta.

A pesar de estas similitudes, existen algunas diferencias entre ambas muestras, comenzando por su asociación a diferentes producciones. Mientras TSF-264, más calcárea, se ha asimilado a la Producción SM-A1 y a la Fábrica 4, la vasija TSF-234 no ha podido ser clasificada dentro de ningún Grupo de Referencia, sería más ferruginosa y se asimilaría a la Fábrica 2.1. Algunas divergencias observadas en la cantidad de CaO (6-18%) y de Fe₂O₃ (6-9%) pueden relacionarse, por tanto, dentro del subtipo, con la utilización de materiales con un distinto origen.

Estas dos piezas resultarían, dada la textura fina y porosa de la pasta, poco aptas para la exposición al fuego, rápidamente las paredes que conforman el cuerpo cerámico se verían afectadas por procesos abrasivos. Tampoco habrían resultado eficientes para contener líquidos ya que la alta porosidad favorecería una mayor evaporación del contenido. Se ajustan, por tanto, más a una gestión de productos sólidos. En todo caso, estas piezas tendrían una corta vida de uso requiriendo un mayor reemplazo.

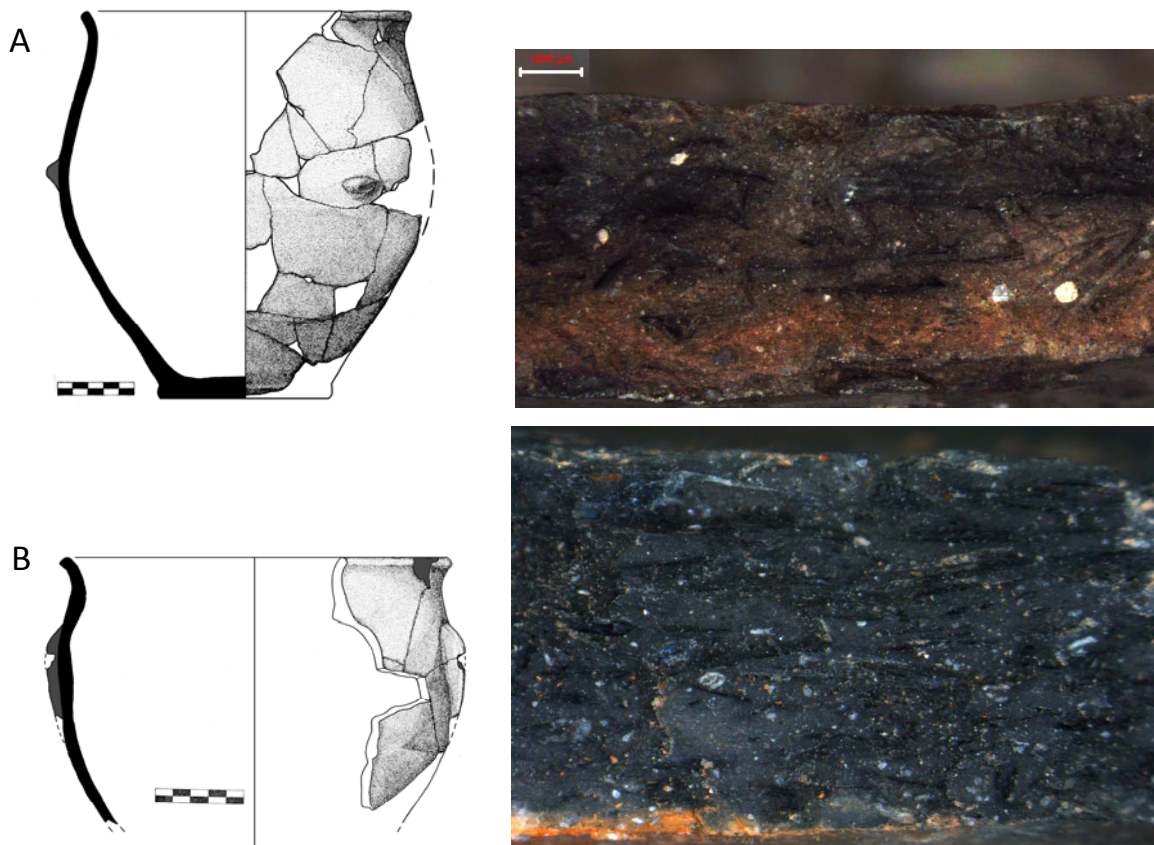


Figura 358. Perfil y microfotografías con binocular de las piezas del Subtipo 21.2 mostrando una pasta reducida, muy porosa y desgrasada básicamente con materia vegetal. A) Pieza TSF-234. B) Pieza TSF-264.

c) Subtipo 21.3: TSF-352.

Subtipo formado por una única vasija procedente del Ámbito Funerario I del turriforme escalonado de *Son Ferrer* ubicada cronológicamente en el intervalo comprendido entre 200-180 BC. Es una pieza con base con repié macizo, cuerpo con forma compuesta que deriva de la yuxtaposición de un tronco-cono y una esfera, Forma XVIIa. El cuello es pronunciado, el borde divergente curvado y no presenta elementos de prensión, los elementos plástico-decorativos consisten en la presencia de bandas circulares con mamelón central.

Se trata de una forma asimilable a los tipos I.B.5 (Pitoide troncocónico globular con cuello acampanado sin asas) o XI.A (Urna troncocónica globular de cuella alto y abierto) de la clasificación de Pons (1985). Se puede incluir también, en el tipo olla, subtipo globular, variedad esbeltez máxima de Palomar (2005). Vasijas de forma similar se encuentran en las necrópolis de *Cova Monja* (Ensenyat 1981), *Cas Santamarier* (Rosselló y Guerrero 1983) y *Son Maimó* (Veny 1977). Todas ellas presentan una cronología comprendida entre los siglos IV BC-I AC. Dentro de este intervalo se puede precisar una cronología más cercana a los siglos II-I BC.

Esta pieza se ha asociado a la Producción TSF-A y a la Fábrica 3; presenta, al igual que el subtipo anterior, una pasta pobre en mineral (3%) y rica en vegetal (18%). No se observa la adición de desgrasante mineral y la textura es fina por lo que la alta cantidad de CaO observada (35%) remite a la utilización de una arcilla muy calcárea con un contenido moderado en hierro (5.7%) para fabricar la pieza. La estrategia de cocción se documenta análoga a la observada en el resto de piezas del tipo. En lo que a la tecnofuncionalidad se refiere, hay que remitirse a lo comentado ya en el Subtipo 21.2, con el que resulta extremadamente parecido. Constituye, por tanto, una pieza con una corta vida de uso, muy poco apta para ser expuesta al fuego, pero indicada para procesar contenidos de tipo sólido o semilíquido.

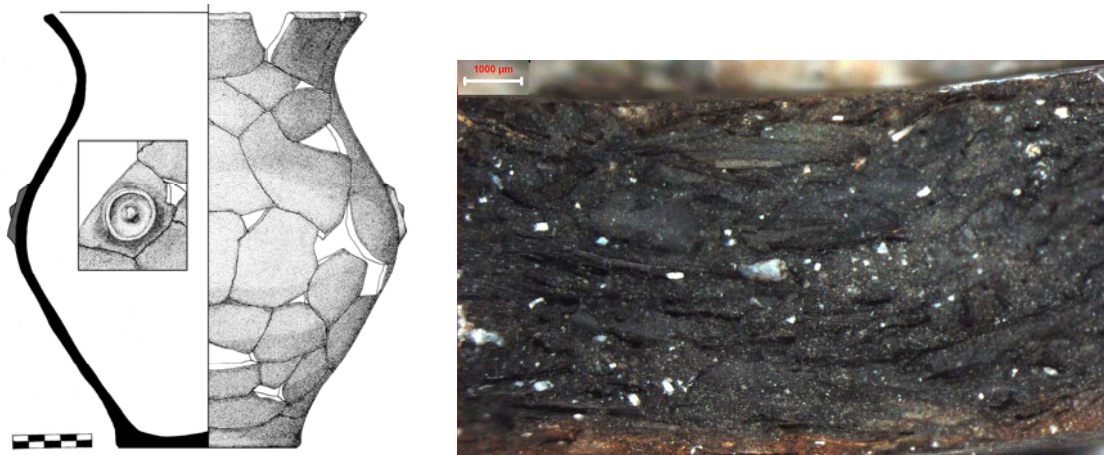


Figura 359. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSF-352 mostrando una pasta reducida, muy porosa y desgrasada con abundante materia vegetal.

25.4.8. Familia IX.

De esta familia se contemplan un total de nueve casos agrupados en cuatro tipos diferentes de modo que se va a distinguir, en base a métodos estadísticos, entre las distintas variantes morfo-tipológicas establecidas para esta familia también a nivel de pastas. La finalidad consiste en tratar de establecer si esas variantes tipológicas se relacionan con variables composicionales y tecnológicas, para ello se han utilizado cinco variables diagnósticas que han permitido apuntar hacia ciertas tendencias exploratorias entre los distintos tipos. El Análisis de Componentes Principales realizado con ocho de las piezas evidencia los mismos rasgos observados en anteriores análisis. El primer componente obtenido representa un total del 50.5% de la varianza mientras, el segundo, un 29.1%, sumando ambos un 79.6% de la varianza observada.

El primer componente muestra un peso significativo (>0.8) de las variables porcentaje de CaO, % total de desgrasante y % de desgrasante mineral que muestran, todas ellas, una correlación positiva entre sí. Este aspecto evidencia que el grupo se halla estrechamente condicionado por la cantidad de carbonatos añadidos a la pasta. El peso en el segundo componente aparece supeditado a la cantidad de desgrasante vegetal presente en la matriz. Este procedimiento ha permitido observar una tendencia general dentro de las piezas de esta familia, pero también importantes divergencias tecnológicas entre piezas de los distintos tipos y dentro de un mismo tipo (Fig. 361) en las que, a continuación, se va profundizar. Cómo indican los datos químicos, estas distinciones deben relacionarse con la adscripción de las piezas a producciones diferenciadas.

Análisis conjunto de pasta y tipología

La tendencia general observada está en estrecha relación con la constatada ya en las piezas de la Familia VIII. Básicamente se trata de piezas de textura fina, en las que la pasta se muestra heterogénea, pobremente trabajada y las cocciones son de muy mala calidad. Todo apunta a que el mejor uso potencial de las piezas de esta familia se relaciona con el almacenamiento de sustancias sólidas y semilíquidas.

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	2,525	50,496	50,496
2	1,457	29,130	79,626
3	,962	19,236	98,862
4	,057	1,138	100,000

	Componente	
	1	2
% Fe ₂ O ₃	-,255	,107
% CaO	,846	-,471
% Mineral	,903	-,398
% Vegetal	,401	,915
% Desg.	,876	,478

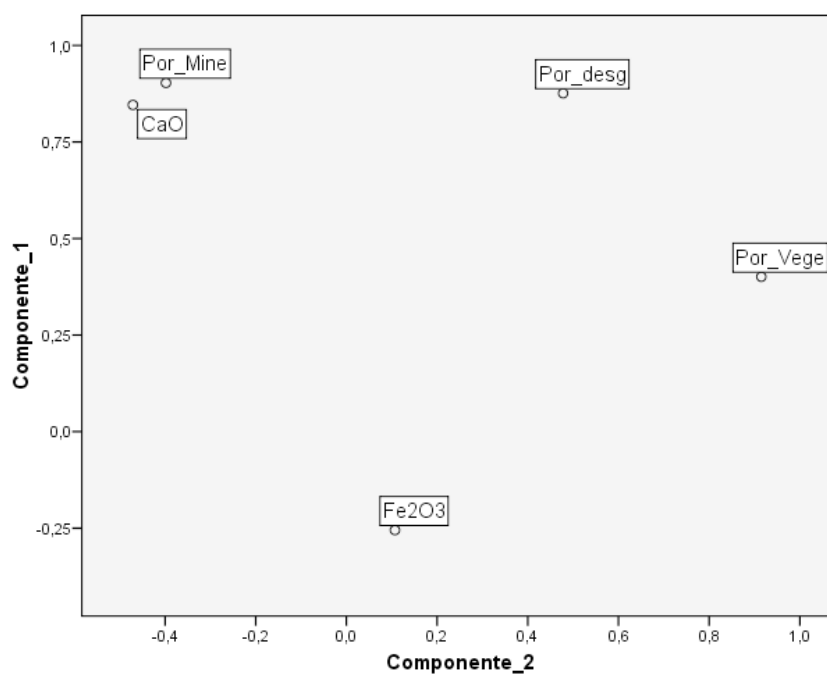


Figura 360. Gráfico mostrando la dispersión de las variables utilizadas en el ACP de la Familia IX.

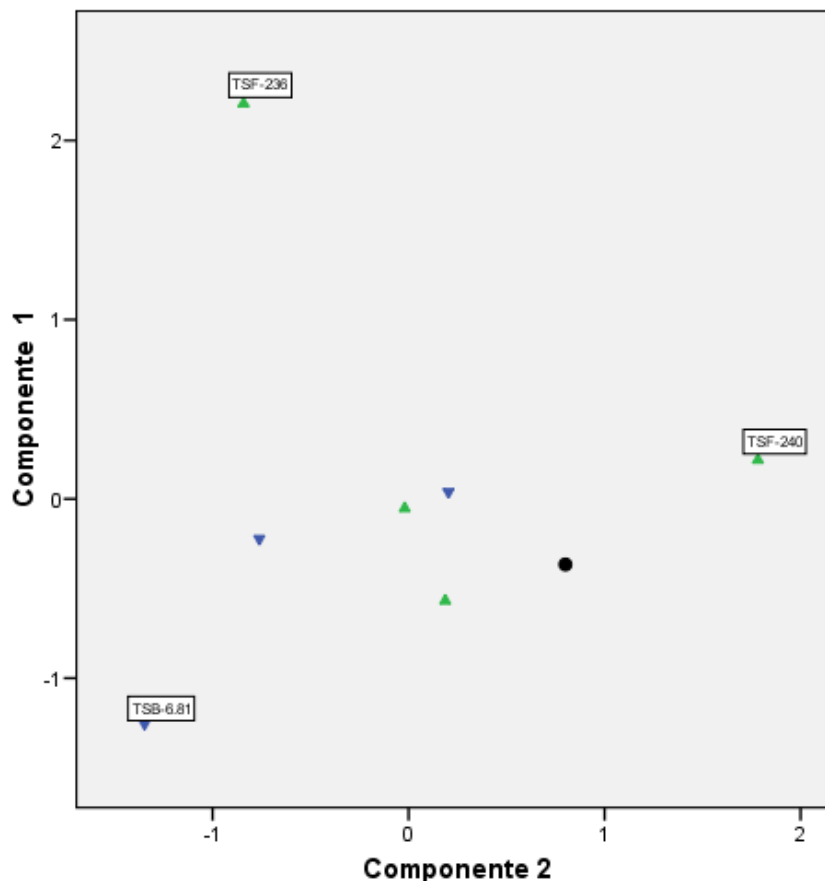


Figura 361. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas de los tipos de la Familia IX según puntuaciones obtenidas para los componentes 1 y 2 del ACP y marcadas en función de los distintos subtipos (azul: Tipo 22; verde: Tipo 23; negro: Tipo 24).

25.4.8.1. Tipo 22 (FB-IV): TSB-6/81, TSB-9/81, TSF-244.

Son tres piezas de base plana roma con cuerpo ovoide horizontal. Forma IIc o forma compuesta que deriva de la yuxtaposición de un troncocono y una esfera siguiendo una Forma XVIIa. Tienen cuello incipiente, medio o pronunciado y borde divergente curvado. Pueden presentar, opcionalmente, asas de cinta y elementos plástico-decorativos como mamelones y bandas. Se establecen varios subtipos que se distinguen morfológicamente por la forma del cuerpo, el desarrollo del cuello, la relación entre el diámetro máximo y el diámetro del cuello, así como la relación entre la altura y el diámetro máximo. Esta diversidad morfológica se plasma también en la diversidad de pastas constatadas.

Dentro de este tipo vamos a centrarnos básicamente en las piezas del *Turó de les Abelles* debido a que de la pieza TSF-244 sólo contamos con datos texturales. En lo que se refiere a producciones sólo la pieza TSB-9/81 ha podido clasificarse en el grupo TSB-A3, mientras, la otra pieza de este yacimiento no se ha podido clasificar. Sin embargo, se constata que ambas piezas son ricas en hierro (8-15%) y moderadamente calcáreas (CaO 10-16%). Esta escasa cantidad de calcio se relaciona con una baja cantidad de desgrasante mineral (<5%), lo que indica que no se han añadido altas cantidades de calcita cristalina, sólo observable en muy escasa cantidad en dos piezas del tipo (TSB-6/81, TSF-244). Este hecho condiciona, al igual que en anteriores tipos, la presencia de pastas de carácter fino y con poco mineral.

Por otro lado, la cantidad de desgrasante vegetal resulta muy variable (3.5-12%) aunque, normalmente, superior a la de mineral. Finalmente, señalar que la cocción sigue la tendencia reductora observada en la mayor parte del registro. También resaltar la presencia de engobe en algunas de estas piezas (TSF-244, TSB-9/81) lo que tiende a minimizar la gran porosidad abierta que pueden tener algunas vasijas. Estas piezas presentan unas pastas con cualidades semejantes a las de los recipientes del Tipo 21, del mismo modo, serían funcionalmente asimilables a las actividades señaladas para el tipo anterior. Potencialmente, se relacionan más con la gestión de sólidos y semilíquidos, constituyendo vasijas que tendrían una buena resistencia al impacto y habrían favorecido la conservación del contenido. Por el contrario, poseen una corta vida de uso, exigiendo de una alta necesidad de reemplazo en la producción. Todas estas diferencias en la composición de las pastas se correlacionan bien con las variantes tipológicas ya que dentro de este tipo pueden establecerse tres subtipos.

a) Subtipo 22.2: TSF-244.

Supone una vasija localizada en el Ámbito Funerario I del turriforme escalonado de *Son Ferrer* (TSF-244) que se encuadra dentro del intervalo cronológico 450-200 BC. Es una pieza de base plana roma con cuerpo ovoide horizontal Forma IIc, cuello medio y borde divergente curvado. Presenta mamelones como elemento plástico-decorativo. Esta cerámica es asimilable a los tipos I.A.1 (Pitoide globular sin asas), IV.E y XIII de Pons (1985), al Tipo 8 de Ensenyat (1981) y al tipo olla, subtipo globular, variedad esbeltez mediana, sub-variedad semi-abierta de Palomar (2005).

La vasija HPT C 311 procedente del poblado de *Son Fornés* es algo parecida, pero no idéntica en forma y tamaño y, además, no presenta decoración. La HPT 3 C1 es igual pero, sin embargo, posee cuatro bandas verticales y los bruñidos no son tan marcados. Ambas piezas se encuadran en un intervalo cronológico situado entre los siglos IV-II BC (Palomar 2005). No poseemos datos químicos ni mineralógicos de esta pieza, sólo texturales, en todo caso, presenta una textura fina, con escaso desgrasante (3%) mineral y un 5.6% de vegetal. Los desgrasantes se encuentran pobremente distribuidos por la matriz, lo que indica una mala homogeneización a la hora de preparar la pasta. Se documenta un engobe en ambas superficies que habría minimizado los efectos negativos de una pasta excesivamente permeable y macroporosa. En términos texturales y, en lo que respecta a la cocción, se encuadra perfectamente en los aspectos básicos documentados para la mayoría de piezas medianas.

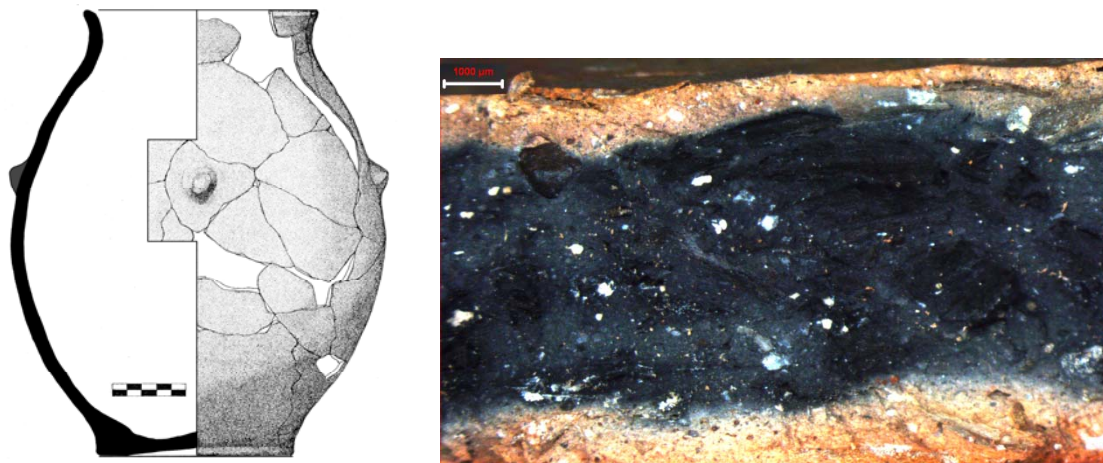


Figura 362. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSF-244 mostrando una pasta reducida, con los márgenes oxidados y con engobe, muy porosa y desgrasada con materia vegetal mal distribuida por la matriz.

b) Subtipo 22.3: TSB-9/81.

Vasija localizada en el Sector 9 del *Turó de Ses Abelles* (TSB 9-81) y datada en el siglo II BC. Es una pieza de base plana roma con cuerpo ovoide horizontal Forma IIc con cuello medio y borde divergente curvado. Presenta bandas verticales como elementos plástico-decorativos. Se pueden insertar dentro los tipos IV.D (ovoide globular de grandes dimensiones) y IV.E. (Ovoide globular de cuello corto) de Pons (1985).

Análisis conjunto de pasta y tipología

También se relaciona bien con el Tipo 8 de Ensenyat (1981) y el tipo olla, subtipo globular, variedad esbeltez máxima, sub-variedad abierta de Palomar (2006). No existen paralelos tipológicos en otros yacimientos para esta forma.

Es una pieza con una pasta muy ferruginosa (15%) asociada a la Producción TSB-A3 y a la Fábrica 2 que se muestra moderadamente calcárea (15%), con una escasa presencia de cuarzo (3%) en los difractogramas de rayos X, y con escaso desgrasante mineral (4.5%). En cambio, la cantidad de materia vegetal es alta (12%) y, en los análisis petrológicos, se muestra claramente grafitizado. Estos análisis pudieron documentar, de igual modo, que la matriz arcillosa se encontraba mal homogeneizada lo que favoreció una textura grumosa en la pasta. En general, se observa una pasta de textura muy fina, con abundante vegetal y engobes en sus superficies que se corresponde bien con los rasgos típicos del tipo.

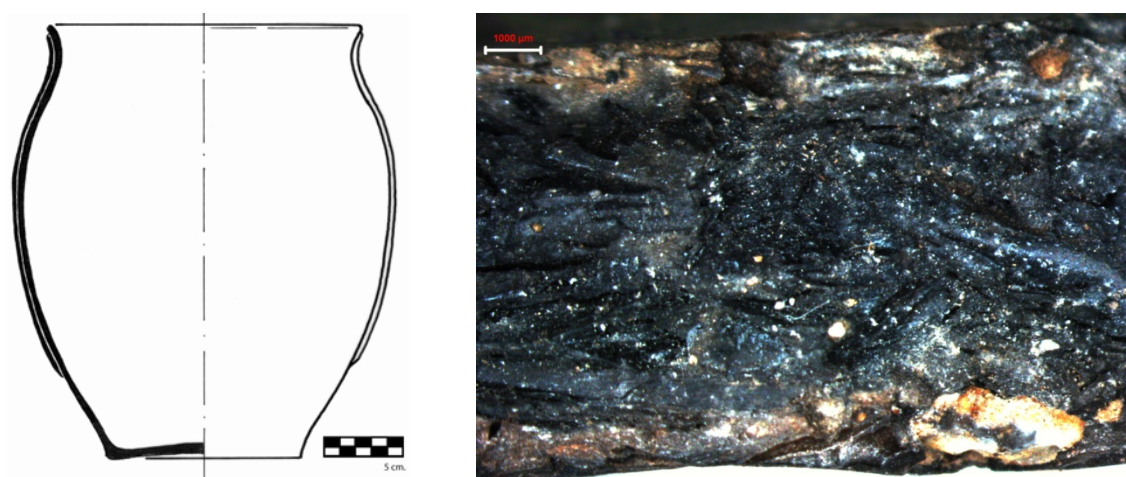


Figura 363. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-9/81 mostrando una pasta reducida con engobe, la pasta es muy porosa y desgrasada con materia vegetal (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).

c) Subtipo 22.4: TSB-6/81.

Vasija procedente del el Sector 6 del *Turó de Ses Abelles* (TSB 6-81) con una cronología del siglo II BC. Tiene base plana roma con cuerpo compuesto que deriva de la yuxtaposición de un troncocono y una esfera siguiendo la Forma XVIIa, tiene cuello pronunciado y borde divergente curvado. Presenta opcionalmente elementos plástico-decorativos como bandas. Es asimilable a los mismos tipos de la clasificación de Pons (1985) que el tipo 21.3.

Las diferencias entre el tipo 21.3 y el 22.4 se refieren a las dimensiones y las relaciones morfométricas, que determinan la agrupación en tipos diferentes. Formas similares pudieron localizarse en las cuevas funerarias de *Cova Monja* (Ensenyat 1981) y *Son Julià* (Pons 1991), ambas con una cronología encuadrable entre los siglos IV-II BC.

Es una pieza, no clasificada dentro de ninguna producción, que presenta una textura fina con una cantidad de desgrasante mineral (1.3%) y vegetal (3.4%) muy bajas. A pesar de presentar algún cristal aislado de calcita cristalina y, por tanto, una baja cantidad de CaO (10%), los anti-plásticos de esta pieza parecen constituirse esencialmente por arenas ya que posee un 13% de cuarzo. En todo caso, se trata de una pasta mal confeccionada y mezclada, donde la cocción se muestra a baja temperatura y poco uniforme. Finalmente, hay que señalar que la pieza TSB-6/81 apareció en el sector en conexión con la ánfora entera TSB-6/42 (Camps y Vallespir 1998: 136) lo que, unido al carácter cerrado del cuello de la pieza podría indicar una funcionalidad relacionada con la gestión de líquidos o semilíquidos. Los rasgos de la pasta permiten descartar un producto eficiente para su exposición al fuego, y más apto para para contener productos. La pasta sería relativamente resistente a impactos y a la abrasión, y habría podido conservar adecuadamente las sustancias almacenadas en su interior.

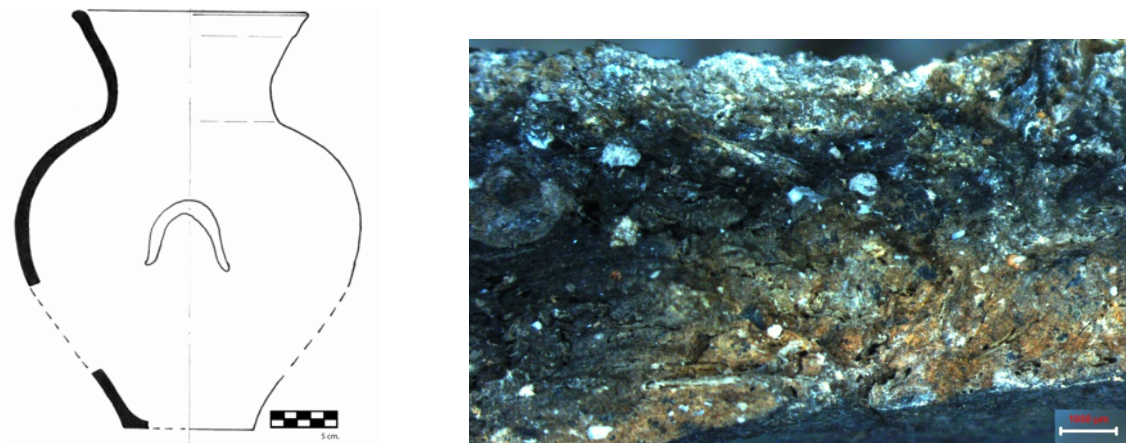


Figura 364. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-6/81 mostrando una pasta reducida muy poco homogeneizada y con los desgrasantes mal distribuidos (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).

25.4.8.2. Tipo 23 (FB-VI): TSF-237, TSF-240, TSF-236, TSF-231 (asociada).

Son recipientes de tamaño mediano-grande, con tendencia a tener una abertura cerrada y el diámetro máximo ubicado en la mitad del cuerpo. En el turriforme escalonado de *Son Ferrer*, como se comentará posteriormente, se ha podido establecer una clara correlación entre esta familia y el uso de estas piezas como urnas funerarias infantiles (Alesán y Malgosa 2005; Garcías y Gloaguen 2004). Son piezas con base con repié y moldura exterior poco marcada, con el cuerpo con forma compuesta que deriva de la yuxtaposición de un tronco-cono y una esfera (Forma XVIIa), cuello pronunciado y borde divergente curvado poco marcado. Pueden presentar, opcionalmente, asas de cinta o asideros de apéndice de extremo romo y como elementos plástico-decorativos hay que reseñar la presencia opcional de mamelones cónicos. Son piezas asimilables, según las distintas subvariantes constatadas, a los tipos I.B.2 (Pitoide troncocónico-globular con asas de muñón y espalda marcada), II.B (Cuerpo ovoide con cuello) y XI.B (Cuerpo troncocónico globular de cuello recto) de Pons (1985). También al Tipo 8 de Ensenyat (1981), y al tipo olla, subtipo globular, variedad esbeltez mediana, subvariedad semiabierta de palomar (2005).

Se trata de un tipo común en otros yacimientos, tanto de habitación como funerarios, con un intervalo cronológico situado entre los siglos IV-I BC. Hay que destacar una vasija presente en el poblado de *Son Fornés* datada entre los siglos II-I BC. En cronologías más antiguas (IV-II BC) de este yacimiento no se han encontrado vasijas de este tipo (Díez *et al.* 1980), sin embargo, algunas vasijas similares localizadas en la cueva funeraria de *Son Boronat*, con una cronología anterior al siglo IV BC, tienen paralelos con otras procedentes de yacimientos de habitación talayóticos (Guerrero 1979). Se observa entonces, que estas vasijas funerarias recuerdan a tipos fabricados en periodos anteriores y asociados a yacimientos de habitación.

En el yacimiento de *Son Boronat* aparecieron pitoides Tipo A de Camps *et al.* (1969) utilizadas como contenedor funerario (11525, 11527, 11529 y 11530) que pueden relacionarse, en parte, con la vasija TSF-237, que presenta dos asideros en apéndice similares, pero que se combinan con dos asas de cinta. Sin embargo, estas piezas presentan una tipología con un diámetro máximo situado en la parte superior del cuerpo, por ello, no son claramente asimilables a este tipo.

Tampoco otras vasijas denominadas urnas (11533, 11535, 11537 y 11540), que funcionaron también como contenedor funerario y llevan asas de cinta, no pueden adscribirse a ninguno de los tipos expuestos, ya que presentan un diámetro máximo situado en la parte superior del cuerpo y el punto de inflexión cuello-cuerpo es muy marcado.

La vasija procedente de la Habitación B del *Puig d'en Canals* (Ensenyat 1956) resulta también bastante similar al ejemplar TSF-240. Sin embargo, no presenta decoración, es de forma troncocónica y esférica y el diámetro máximo se sitúa en la parte superior del cuerpo. Finalmente, Amorós (1974: Fig. 11 y 12) presenta las vasijas procedentes de *Son Maimó* sin escala, pero a partir de las proporciones se podrían relacionar con este tipo. Sin embargo, las piezas 9 y 10 de este asentamiento presentan un cuello más pronunciado. Además, conservan una decoración consistente en bandas circulares con mamelón central, y semicirculares con mamelón central.

Todas las piezas de este tipo, excepto TSF-236, se han asociado a la Fábrica 8. Las pastas de este tipo continúan con la tendencia observada en el Tipo 21 y 22, si bien, se diferencian por ser menos ricas en hierro (6-7%) y poco calcáreas (3-8%). Al igual que en el caso anterior, este hecho se vincula con una escasa o nula cantidad de desgrasante mineral añadido (<5%), que determina la obtención de una pasta fina tipo GT-C2 y C3. Los niveles de cuarzo (22-30%) observados en algunas piezas (TSF-240 y TSF-237) indican que el principal anti-plástico mineral de la pasta lo constituyen unas pocas arenas de grano fino que, probablemente, estaban en la arcilla al recogerla. En todo caso, se observa la adscripción a producciones diferentes, TSF-A (TSF-236) y TSF-D (TSF-240), así como dos piezas no clasificadas (TSF-231; TSF-237). En cambio, se observa la preferencia en todas las piezas por desgrasar con materia orgánica, en cantidades que rondan en torno a 10-11%.

Sobre esta descripción básica hay que realizar dos puntualizaciones que, probablemente, se relacionan con los diversos orígenes geoquímicos de las cerámicas. Por un lado, la pieza TSF-240 muestra casi el doble de desgrasante vegetal que el resto de piezas (19%). Por otro lado, la pieza TSF-236, la única del tipo asociada a la Fábrica 3, no se ajusta a la tendencia establecida ya que presenta una cantidad alta de desgrasante mineral (12.5%), ligeramente superior al porcentaje de vegetal (11.7%).

Análisis conjunto de pasta y tipología

Esta textura diferente se debe a la adición, en esta vasija, de calcita cristalina en tal cantidad que incrementa notablemente el nivel de óxido de calcio de la pieza (CaO 39%), provocando la consecución de una pasta más gruesa pero que se presenta muy mal mezclada y homogeneizada, con la consecuente distribución desigual de ambos tipos de desgrasantes en la matriz.

Finalmente, en lo que se refiere a la cocción, se confirma la tendencia observada en la mayor parte del registro del Postalayótico. Son piezas con pastas muy orgánicas, con el núcleo reducido y los márgenes ligeramente oxidados, que se cocieron utilizando una estrategia muy similar consistente en cocciones oxidantes, cortas y a baja temperatura.

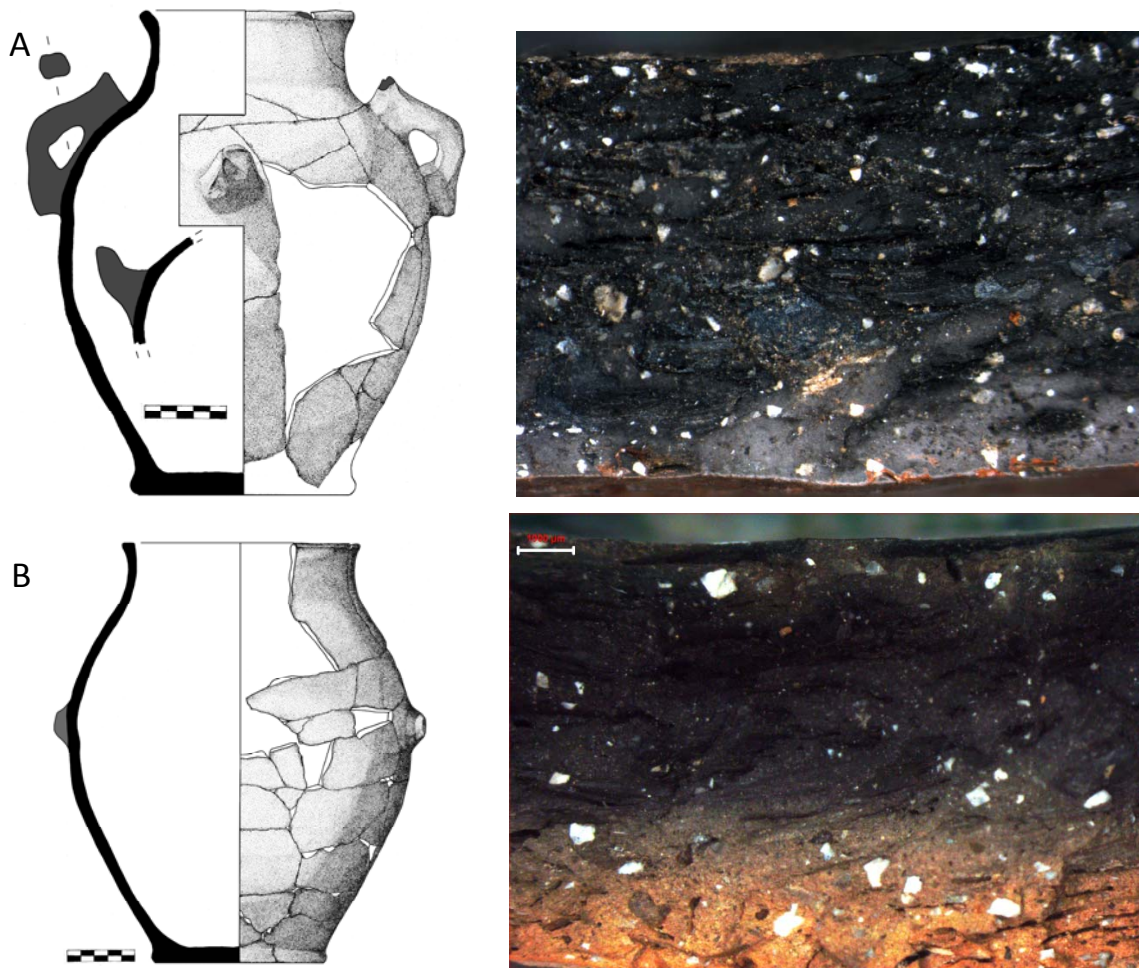


Figura 365. Perfil y microfotografías con binocular de piezas del Tipo 23 ricas en cuarzo mostrando una pasta fina, reducida, muy porosa y desgrasada básicamente con materia vegetal. A) Pieza TSF-237. B) Pieza TSF-240, observar la pobre distribución de los desgrasantes.

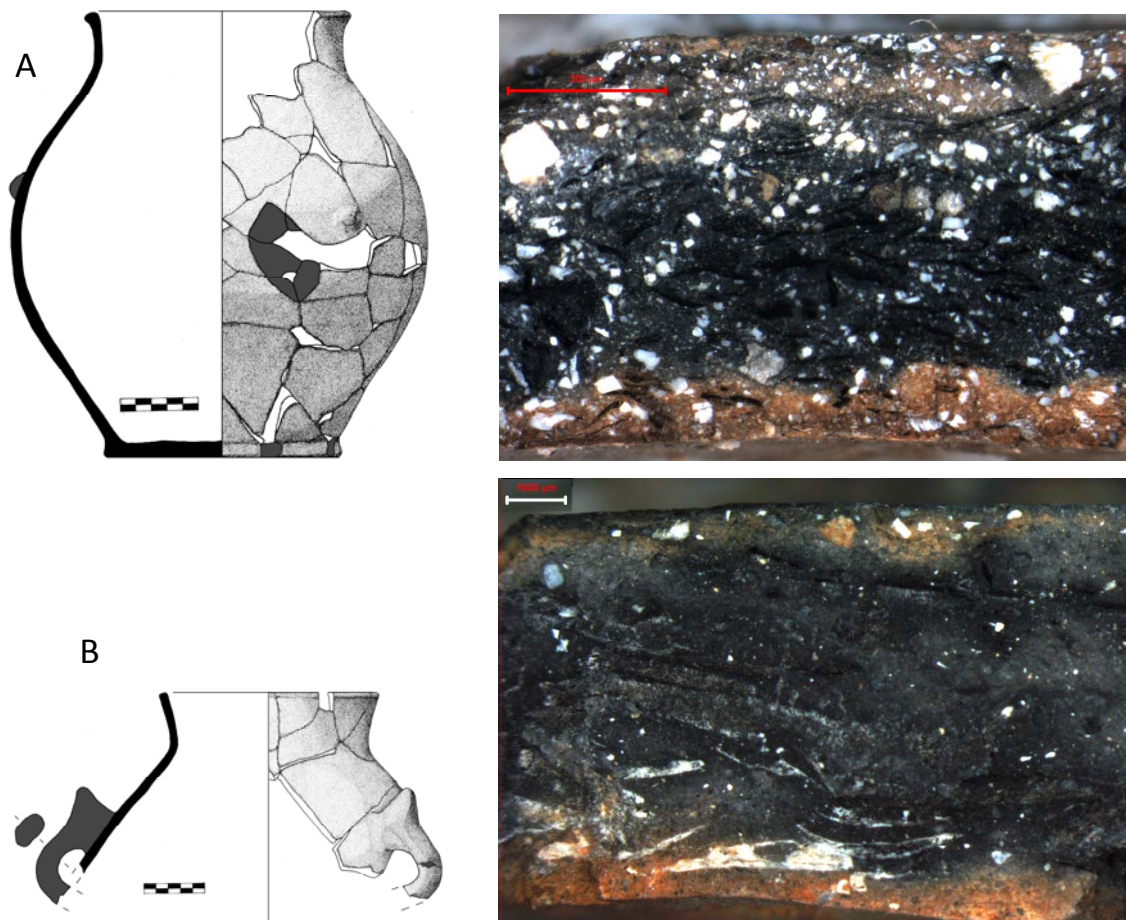


Figura 366. Perfil y microfotografías con binocular de piezas del Tipo 23. A) Pieza TSF-236 mostrando una pasta rica en mineral relativamente homogeneizado en tamaño y vegetal donde los desgrasantes se observan muy mal distribuidos por la matriz. B) Pieza TSF-231 con una pasta fina, reducida, muy porosa y desgrasada básicamente con materia vegetal con fases postdeposicionales en los poros de la superficie interna.

25.4.8.3. Tipo 24 (FB-VIII): TSB-9/14.

Grupo compuesto por una única vasija procedente del Sector 9 del *Turó de Ses Abelles*, con una cronología del siglo II BC. Es una pieza con base plana roma y cuerpo con forma compuesta que deriva de la yuxtaposición de dos troncoconos (Forma XVIc) y cuello incipiente con borde divergente curvado. No posee elementos de presión ni elementos plástico-decorativos, tampoco existen paralelos en otros yacimientos. Podría asimilarse, con matices al Tipo XV de Pons (1985), pero éste es de mayores dimensiones.

Esta pieza de la Fábrica 2 confirma los rasgos observados para las piezas de esta familia, por un lado, como el resto de piezas típicas del *Turó de les Abelles*, presenta una pasta con niveles muy altos de Fe_2O_3 (16.7%). También resulta escasa en calcio (CaO 9%), con textura fina ($<300 \mu\text{m}$) y una baja frecuencia de anti-plástico mineral (2.2%), no se documenta más que la adición aislada de algún cristal de calcita. La materia orgánica constituye, por tanto, el desgrasante preferente (14%). Por otro lado, la pasta se presenta reducida, poco cocida, mal mezclada y poco homogeneizada, así como con restos de materia orgánica grafitizada. Se trata de una muestra en la que hay una escasa actividad en su elaboración. En definitiva, resulta un recipiente apto para almacenar y gestionar líquidos y sólidos pero poco adecuado para ser sometido a la acción directa del fuego.



Figura 367. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-9/14 mostrando una pasta fina reducida, muy porosa y desgrasada básicamente con materia vegetal (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).

25.4.9. Familia X.

Esta familia está formada por tan solo dos recipientes asociados a dos tipos de gran tamaño y boca muy cerrada. Ambos presentan cronologías, contextos, pastas y formas extremadamente diferentes, lo que no significa que deban asociarse a funciones desiguales sino más bien a distintas estrategias de producción, tradiciones tecnológicas, necesidades, gustos y modas. A continuación, se van a describir las diferencias más significativas de cada uno de los tipos.

25.4.9.1. Tipo 25 (FB-V): TSB-1/294.

Tipo compuesto por una vasija procedente del Sector 1 del *Turó de Ses Abelles*. Este sector presenta una cronología del siglo II BC, sin embargo, algunas piezas podrían remontarse a finales del siglo III BC o a principios del siglo I BC. Tiene base plana roma y cuerpo con forma ovoide horizontal Forma IIc, cuello pronunciado y borde divergente curvado con dos asas de cinta a la altura de la boca. Resulta un tipo parecido al Tipo XXI de la clasificación de Pons (1985), aunque el cuello es menos abierto y el cuerpo más abombado. Camps y Vallespir (1998) lo consideran una imitación de la forma EB-64 y EB-69, sin embargo, es más grande y morfológicamente diferente, el cuello es menos abierto y el cuerpo es más abombado. Existe una pieza procedente de *Ses Paises* (Aramburu y Hernández 2005) cuya forma y la posición de las asas, así como su perfil, se acercan claramente a este tipo. Si bien ésta resulta algo más grande, tiene el cuerpo menos abombado, presenta mamelones decorativos y el cuello es relativamente recto.

Se trata de una pieza de la Fábrica 2 no clasificada en ningún grupo de referencia que, sin embargo, a nivel de pastas continúa con la tendencia constatada en los grandes contenedores del *Turó de les Abelles* y ya observada en la Familia IX. Es decir, piezas con una pasta muy rica en hierro (11%) y *border calcareous* (CaO 5%). Es una pasta sin apenas anti-plástico mineral (1%) y de textura extremadamente fina (<300 µm), donde el componente vegetal es claramente predominante (15%) y, por tanto, posee una matriz muy porosa. Se constata la adición aislada, sin efectos importantes en la pasta, de algún cristal de calcita cristalina. Todo indica que la superficie de la vasija fue recubierta con un engobe más grueso en el exterior que pudo contrarrestar la elevada porosidad y restar la pérdida del contenido por evaporación. Finalmente, señalar que la pieza fue cocida siguiendo la estrategia predominante ya reiterada varias veces.

Puede señalarse que este gran contenedor del Postalayótico, al igual que las piezas de la Familia VIII y IX, dado su tamaño, habría tenido una pasta muy ligera y un escaso peso, lo que habría facilitado el transporte de este tipo de cerámicas. Ello determina cerámicas poco aptas para actividades de cocina, pero útiles para almacenar y gestionar contenidos sólidos o líquidos, así como para transportarlos.

Cabe destacar que esta pieza aparece en un sector con abundantes tipos EB-69 (Camps y Vallespir 1998) que parecen destinados a la gestión de productos líquidos. Estos datos contextuales, unidos a las características de la pasta y de la forma remiten a una probable función de gestión de líquidos para la vasija TSB-1/294.

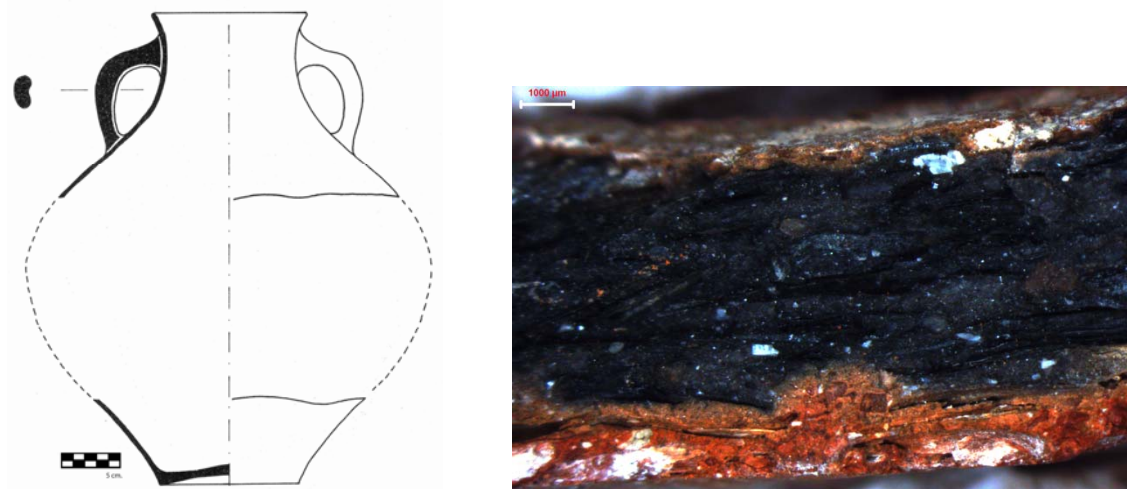


Figura 368. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-1/294 mostrando una pasta fina reducida, muy porosa y desgrasada básicamente con materia vegetal (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).

25.4.9.2. Tipo 26 (FB-IV): Pieza TSF-1082.

Tipo compuesto por una vasija procedente del Ámbito No Funerario I del turriforme escalonado de *Son Ferrer*, que tiene una cronología con un intervalo 700-450 BC, en un contexto de gestión de líquidos. Es una pieza con base con repié macizo y cuerpo de forma compuesta que deriva de la yuxtaposición de un troncocono y una esfera, según la Forma XVIIa, con cuello incipiente y borde divergente curvado. No presenta elementos de presión ni elementos plástico-decorativos.

Aparece vinculada al Tipo I de Pons (1985), con una cronología entre 900/760 BC en función de paralelos en *So Na Caçana* (Plantalamor 1991), y una cronología 850-550 BC si la asociamos al Tipo 3 de Lull *et al.* (2008). Es parecida también al Tipo C (Olla globular de cuello diferenciado) de Camps *et al.* (1969), pero de mayores dimensiones, la espalda más marcada y la boca más cerrada. Aparece en yacimientos como *So Na Caçana*, *Son Fornés* (Piezas HT2-7 y HT2-9), *Pula* (Pieza 30) o *S'Illot* (Habitación 19).

También se parece a una pieza procedente del edificio alfa de *Son Ferragut*, tienen las mismas dimensiones pero la boca de la vasija de este yacimiento es algo más abierta y la curvatura del cuerpo no es tan marcada en la parte superior. En definitiva, es una pieza común entre el 700-500 BC y en contextos de habitación.

Se trata de una vasija de la Fábrica 1 vinculada a la Producción SM-A1, asociada al uso de una marga calcárea, a la que se ha añadido una cantidad media (10%) de calcita cristalina muy bien machacada y homogeneizada. Esta adición aumenta el contenido de calcio en la pasta (CaO 45%) y permite la obtención de una textura con un tamaño de grano medio (800 μm). La pieza se caracteriza también por tener escaso desgrasante vegetal, que es de tipo residual (1%), así como una escasa porosidad. En definitiva, se trata de una pasta compacta, bien confeccionada, amasada, trabajada y cocida en una atmósfera reductora de larga duración a baja temperatura. Si bien no resulta demasiado apta para su exposición al fuego, dada la escasa cantidad de desgrasante grueso, si tiene, potencialmente, una buena resistencia al impacto y a la abrasión. Los rasgos de las pastas podrían indicar, junto con los rasgos morfométricos, la utilización de esta pieza como recipiente de almacenaje y gestión de líquidos o semi-líquidos.

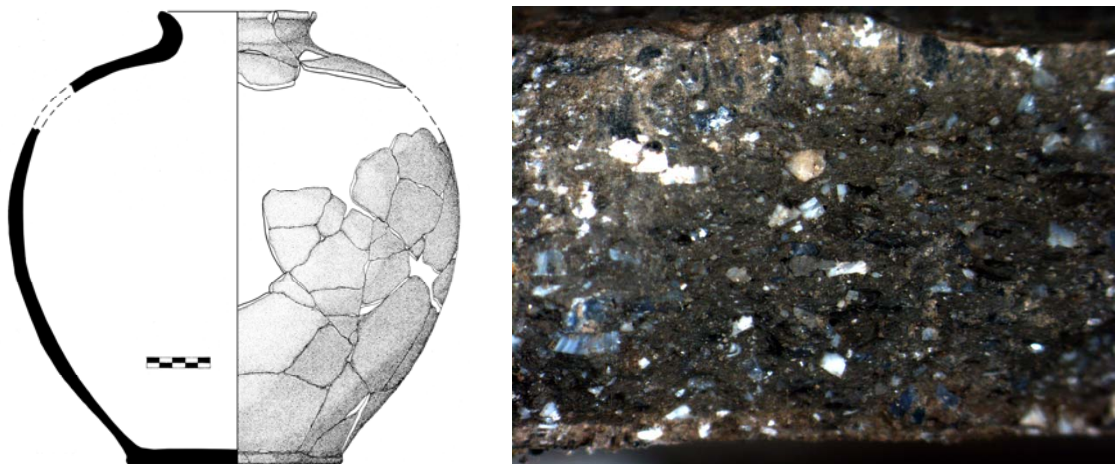


Figura 369. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSF-1082 mostrando una pasta reducida, compacta y desgrasada con cantidades moderadas de calcita cristalina de tamaño medio.

25.4.10. Familia XI.

26.3.10.1. Tipo 27 (FB-IV): TSB-1/296, TSF-238, TSF-353.

Son piezas de base plana roma y cuerpo con forma compuesta que deriva de la yuxtaposición de un troncocono y una esfera según la Forma XVIIa o la Forma IIc, con cuello de desarrollo medio y borde divergente curvado. No presenta elementos de prensión pero sí elementos plástico-decorativos consistentes en bandas aplicadas. Se establecen tres subtipos en función de la forma básica, la forma de la base, la relación entre altura y diámetro máximo y el desarrollo del cuello.

En lo que respecta a las producciones y pastas de las vasijas analizadas arqueométricamente se observa como las piezas se agrupan de forma diferente en función del yacimiento al que pertenecen. Las dos piezas del turriforme escalonado de *Son Ferrer* de este tipo pertenecen a la Producción TSF-A y presentan pastas muy parecidas entre sí, asociándose a la Fábrica 3. La pieza del *Turó de les Abelles* se ha situado en la Producción TSB-B2 y en la Fábrica 2.

A diferencia de las piezas de las Familias VIII y IX, las piezas del Tipo 27 se caracterizan por presentar mayores cantidades de desgrasante mineral (10-11%), probablemente calcita cristalina y, en general, proporciones de desgrasante que provocan texturas tipo GT-B, más gruesas (800 μm) que las observadas en tipos anteriores. Ello puede estar relacionado con la confección de piezas de mayor tamaño y paredes más gruesas que requieren de una mayor cantidad de desgrasante, esencialmente mineral. Esta elección en las pastas se pudo realizar con el objetivo de evitar el desarrollo de defectos en la forma básica de las piezas durante las fases de secado y especialmente de cocción, cuando se produce la combustión de los desgrasantes vegetales y se generan deformaciones de la forma original.

Este tipo de deformaciones, que disminuyen la simetría de la forma, han podido ser identificadas en múltiples piezas de gran formato del *Turó de les Abelles* y el turriforme escalonado de *Son Ferrer* que poseen abundante materia vegetal (García Rosselló 2010). Precisamente, algunas de estas piezas, como TSF-353 y TSF-238, presentan abundante desgrasante vegetal (12-18%) mientras otras (TSB-1/296), presentan un escaso porcentaje de este componente. Se puede argumentar como hipótesis que el vegetal sería altamente variable en este tipo según el yacimiento en el que se depositaron las vasijas.

En todo caso, las pastas coinciden en mostrarse bastante mal preparadas, con una escasa homogeneización en la ordenación y la frecuencia del desgrasante que, además, presenta fragmentos de rocas o zonaciones diferenciales en las que se concentran los distintos tipos de anti-plásticos. Ello indica una escasa preparación de las pastas que evidencian, además, una cocción que sigue la estrategia ya comentada de núcleos muy reducidos y márgenes más o menos estrechos, indicando una cocción a baja temperatura, de corta duración y en estructuras abiertas. Finalmente, señalar que estas piezas suelen presentar una aplicación consistente en engobes en la superficie. Todo evidencia, a pesar de que poseen más cantidad de desgrasante mineral, que la composición de estas piezas no está potencialmente diseñada para hacer labores de cocina. Si se observan las formas y las pastas se aprecia que estas piezas poseen potencialmente una buena resistencia al impacto y que pueden funcionar perfectamente como cerámicas de almacenamiento y gestión de productos sólidos o líquidos.

a) Subtipo 27.1: TSF-353.

Es una pieza de base plana roma y cuerpo con forma ovoide horizontal Forma IIc, con cuello de desarrollo medio y borde divergente curvado. No presenta elementos de presión pero sí elementos plástico-decorativos consistentes en una banda circular con un mamelón central. Es asimilable al Tipo XI.A (Urna troncocónica globular de cuello alto y abierto) de Pons (1985), al Tipo 8 de Ensenyat (1981) y al Tipo Olla, subtipo globular, variedad esbeltez máxima, sub-variedad semiabierta, variante grande de Palomar (2005).

Las piezas encuadrables en este tipo proceden todas ellas de necrópolis con una cronología ubicable entre los siglos III-I BC. Se constatan dos vasijas procedentes de *Cas Santamarier* que se pueden incluir en este tipo (Rosselló y Guerrero 1983). La vasija 11940 tiene perfil en ese y un pequeño repié, presenta algunas pequeñas diferencias en cuanto a la boca, que es más abierta. A modo de decoración lleva bandas aplicadas verticales. La pieza 11939 tiene las mismas características formales, pero lleva dos asas a media altura y está decorada con motivos serpentiformes. Ambas piezas se caracterizan por ser muy irregulares en cuanto a relaciones de simetría y, por ello, la base está desplazada respecto a la boca. Otra vasija procedente de *Son Maimó* resulta similar (Vený 1977), sin embargo, presenta labio triangular y decoración consistente en cortas bandas diagonales aplicadas sobre el cuerpo superior.

Esta pieza presenta altas cantidades de CaO (36%), de desgrasante mineral (11.5%), al parecer calcita cristalina añadida intencionalmente a la pasta, y de vegetal (18%). Ambos tipos de desgrasantes se encuentran muy mal ordenados por la matriz y se ordenan diferencialmente. La pasta se asocia a la Producción TSF-A, pobre en hierro (5%) y los desgrasantes se ordenan en una fracción media. Parece presentar una capa de engobe en su superficie interna. En lo que se refiere a la estrategia de cocción y a la funcionalidad de la pieza, éstas deben relacionarse con lo comentado ya a nivel de tipo.

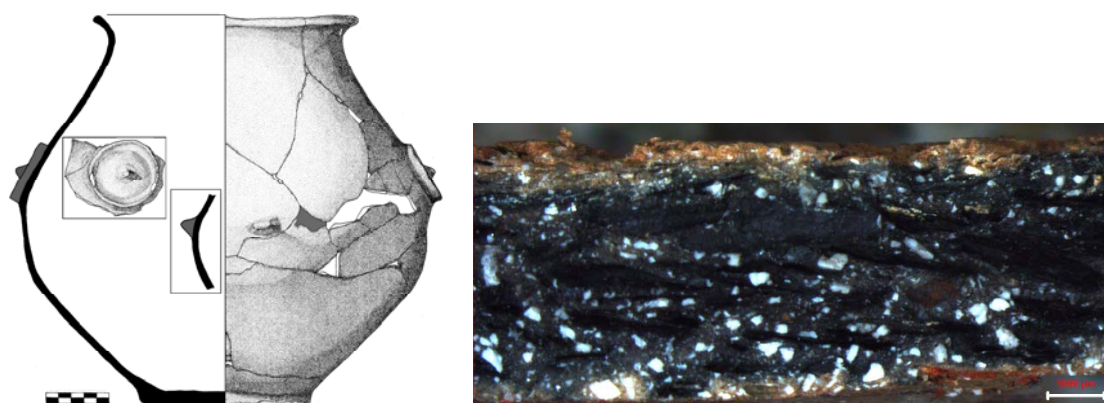


Figura 370. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSF-353 mostrando una pasta reducida con los márgenes oxidados y con engobe, los desgrasantes, mineral de tamaño medio y vegetal se ordenan de modo diferencial en la matriz.

b) Subtipo 27.2: TSB-1/296.

Subtipo compuesto por una vasija procedente del Sector 1 del *Turó de Ses Abelles*. Este sector, como ya se ha dicho, presenta una cronología del siglo II BC. Sin embargo, algunas piezas podrían remontarse a finales del siglo III BC y a principios del siglo I BC. Esta cerámica respresenta una variante muy singular, ya que no se pueden establecer paralelos con otras clasificaciones y no se conocen paralelos formales con piezas de otros yacimientos. Es una pieza de base plana roma y cuerpo con forma compuesta que deriva de la yuxtaposición de un tronco-cono y una esfera siguiendo la Forma XVIIa, con cuello de desarrollo medio y borde divergente curvado. No presenta elementos de presión pero sí elementos plástico-decorativos consistentes en bandas verticales aplicadas.

Al igual que sucede con sus rasgos tipológicos, esta pieza también presenta una pasta peculiar dentro del tipo, asociándose a la Fábrica 2. Este recipiente se relaciona con la Producción TSB-B2 y posee un 18.4% de CaO que debe vincularse, como denota el examen petrográfico, con la presencia de algún cristal aislado de calcita cristalina pero, sobre todo, con fragmentos de rocas calizas inseridas en una pasta rica en hierro (Fe_2O_3 11.6%). La pasta muestra una textura con un porcentaje de mineral medio/alto (11.6%) y una textura tipo GT-B2 en la que el tamaño de los granos está mal homogeneizado. Finalmente, esta pieza destaca, además, por tener una cantidad menor de desgrasante vegetal (3%) que se encuentra parcialmente grafitizado en la matriz. También se documenta un engobe en la superficie externa de la vasija. En lo que se refiere a la estrategia de cocción y a la funcionalidad de la pieza, ésta debe relacionarse con lo comentado ya a nivel de tipo.



Figura 371. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-1/296 mostrando una pasta reducida con el margen externo fino oxidado donde los desgrasantes, mayoritariamente rocas calizas, están mal ordenados en tamaño. La matriz presenta escasa materia vegetal (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).

c) Subtipo 27.3: TSF-238.

Subtipo compuesto por una vasija procedente del Ámbito Funerario I del turriforme escalonado de *Son Ferrer* con una cronología situada en el intervalo 450-200 BC. Es una pieza de base plana roma y cuerpo con forma compuesta que deriva de la yuxtaposición de un troncocono y una esfera, según la Forma XVIIa, con cuello pronunciado y borde divergente curvado. No presenta elementos de presión pero sí elementos plástico-decorativos consistentes en bandas verticales aplicadas.

Se observa cierto parecido formal con los tipos sugeridos para el Subtipo 27.1, además, puede relacionarse con el Tipo XII (Cuerpo globular y cuello acampanado) de Pons (1985). Se aprecia también una relación formal entre este tipo y los tipos 21.3 y 22.4, donde las mayores diferencias estarían en el tamaño de las piezas y en el cuello, denominado acampanado. No se conocen paralelos tipológicos en otros yacimientos.

Ya se ha señalado que la pasta de esta pieza se asimila bien, aunque con algunos matices, con la vasija del Subtipo 27.1, que también se asocia a la Producción TSF-A y a la Fábrica 3, resulta baja en Fe_2O_3 (5%) y presenta una textura mineral media (10%) de grano medio (GT-B1), así como una alta cantidad de materia vegetal (12%). Los desgrasantes están poco homogeneizados en tamaño y en su distribución dentro de la matriz. Éstos deben asociarse con la introducción de partículas carbonatadas (CaO 28%) en la pasta. La pieza parece presentar un engobe en la superficie interna. En lo que se refiere a la estrategia de cocción y a la funcionalidad de la pieza, ésta debe relacionarse con lo comentado ya a nivel de tipo. De todos modos, hay que señalar que esta cerámica presenta los márgenes oxidados más gruesos que en las otras vasijas de este tipo.

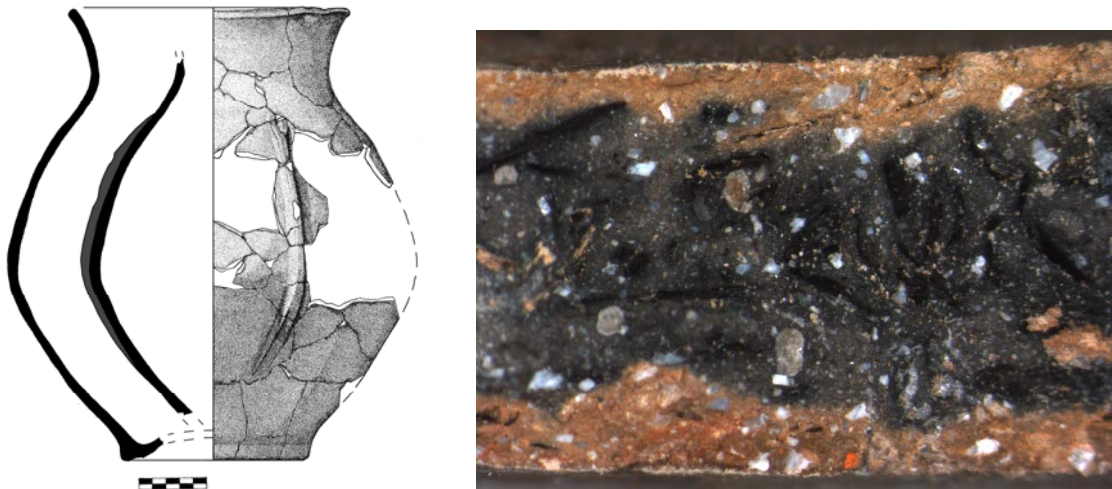


Figura 372. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSF-238 mostrando una pasta reducida con los márgenes oxidados, con una cantidad alta de materia vegetal y media de mineral, los desgrasantes se encuentran pobremente distribuidos por la matriz.

25.4.10.2. Tipo 28 (FB-VI): TSF-235.

Tipo compuesto por una única vasija localizada en el Ámbito Funerario I del turriforme escalonado de *Son Ferrer*, con una cronología que se sitúa entre el 450-200 BC. Es una pieza, que no conserva la base y tiene cuerpo con forma compuesta que deriva de la yuxtaposición de un troncocono y una esfera según la Forma XVIIIa, tiene cuello de desarrollo pronunciado y borde recto. No presenta elementos de presión pero sí mamelones cónicos. Este tipo se puede situar entre el Tipo I.B.2 (Pitoide troncocónico-globular con asas de muñón y espalda marcada) y el Tipo II.B (Cuerpo ovoide con cuello) de Pons (1985). También es asimilable al Tipo Olla, subtipo globular, variedad esbeltez mediana, sub-variedad semiabierta, variante grande de Palomar (2005). Se observa una pieza procedente del poblado de *Son Fornés*, con una cronología situada entre IV-II BC, que coincidiría en forma y tamaño, aunque presenta bandas aplicadas verticales y la boca es mucho más abierta (Palomar 2005).

Esta pieza, asociada a la producción TSF-B y a la Fábrica 3, presenta unas características parecidas a las observadas en el Tipo 27 y, por tanto, las soluciones técnicas constatadas pueden deberse a causas parecidas. En este caso, la proporción de vegetal (10.6%) constituye el doble que la de mineral (5%), básicamente calcita cristalina que se presenta bien triturada en una textura media (<800 μm), ordenada de forma seriada y mejor distribuida por la matriz. La adición de calcita cristalina está en consonancia con los altos valores de CaO observados (31%). También el tamaño del desgrasante vegetal se encuentra mejor homogeneizado que en otros tipos parecidos morfo-tipológicamente. La cocción se presenta en la tendencia que ha sido continuamente reiterada. Todo indica que esta pasta muy porosa resultaría potencialmente poco eficiente para exponerse al contacto directo con el fuego, sin embargo, tendría unas cualidades que permitirían cierta resistencia al impacto aunque sería susceptible de sufrir procesos abrasivos con facilidad. En definitiva, resulta una pasta muy multifuncional que, a pesar de tener una menor vida potencial de uso, habría funcionado bien para gestionar cualquier tipo de contenido.

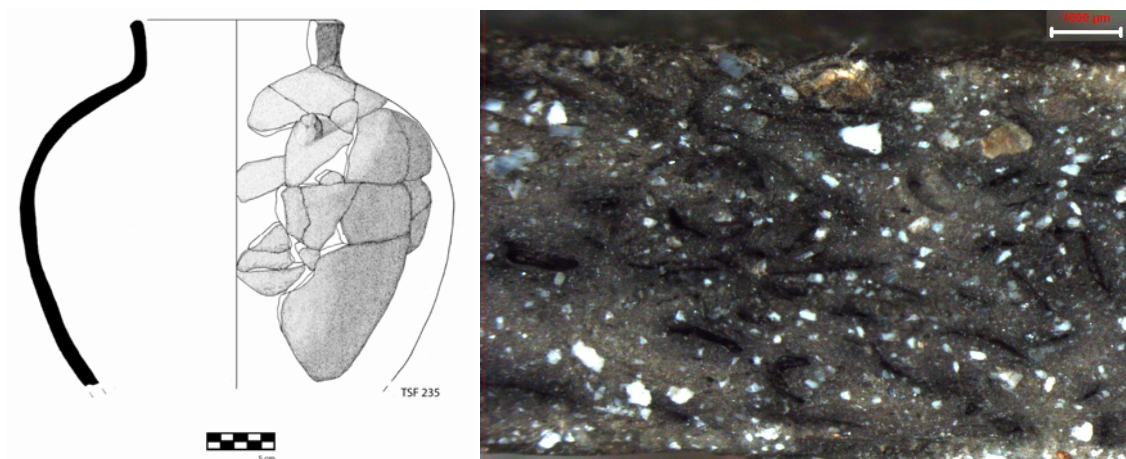


Figura 373. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSF-235 mostrando una pasta reducida, con una cantidad alta de materia vegetal y media-baja de mineral, los desgrasantes se encuentran pobremente distribuidos por la matriz.

25.4.10.3. Tipo 29 (FB-V): TSB-5/19.

Tipo compuesto por una única vasija localizada en el Sector 5 del *Turó de Ses Abelles* y datada en el siglo II BC. Esta pieza no conserva la base, tiene el cuerpo con forma ovoide horizontal Forma IIc y cuello de desarrollo pronunciado con borde divergente curvado con dos asas de cinta a la altura de la boca. Es un tipo asimilable al Tipo XXI de Pons (1985) y similar a las formas ebusitanas EB-64 y EB-69 (Ramón y Díaz Esteban 1978) por lo que ha sido considerado por diferentes autores (Pons 1985; Camps y Vallespir 1998; Palomar 2005) como una cerámica de “imitación” indígena. Debido a algunas diferencias formales, parece más indicado señalar que es una pieza “inspirada” por parte de las comunidades postalayóticas en las formas ebusitanas. En ningún caso, se puede hablar de copias, ya que carecen de algunos de los elementos tipológicos característicos de las formas ebusitanas. La forma EB-69 puede tener su origen en el siglo IV BC y perdura hasta principios del I BC (Guerrero 1999). Esta pieza parece destinada a contener ofrendas de líquidos en las necrópolis, también aparece entre los cargamentos del barco de *Na Guardis* o Conejera. En el yacimiento mallorquín de *Na Guardis* están presentes desde finales del siglo IV BC hasta el 130-120 BC (Guerrero 1997), en *Turó de Ses Abelles* durante el siglo II BC, y en el poblado de *Son Fornés* se documentan en un área de los siglos II-I BC (Palomar 2005).

Esta pieza difiere tipológicamente del resto de tipos de esta familia, algo que también se correlaciona con algunas características de la pasta. Por un lado, ésta pieza se presenta texturalmente más cercana a piezas como la del Tipo 25, sin embargo TSB-5/19 presenta escasa cantidad de hierro (Fe_2O_3 5.6%), si la comparamos con TSB-1/294, aspecto que debe relacionarse con la utilización de arcillas de distinto origen. Ambas piezas pertenecen a distintas producciones, lo que podría poner en evidencia una textura y una tipología relacionadas con una funcionalidad concreta, probablemente, el almacenamiento y la gestión de líquidos. Esta pieza de la Fábrica 3, se caracteriza por presentar una pasta calcárea (CaO 15.6%) con escasos anti-plásticos minerales (2%), compuestos, en parte, por calcita cristalina añadida de forma testimonial. La adición de este mineral tiene escasas repercusiones en las cualidades de la vasija indicándo que, probablemente, su introducción se relaciona con otro tipo de significaciones. La pasta presenta, en cambio, abundante desgrasante vegetal (12%). Se trata, por tanto, de una pieza con una textura muy fina (Tipo GT-C2), muy porosa y poco pesada, ideal para refrigerar líquidos que no van a almacenarse durante largos periodos de tiempo y para ser transportada a pie. En lo que se refiere a la cocción, no se observa ninguna diferencia respecto a las estrategias comentada para las piezas de la mayoría de tipos y familias.

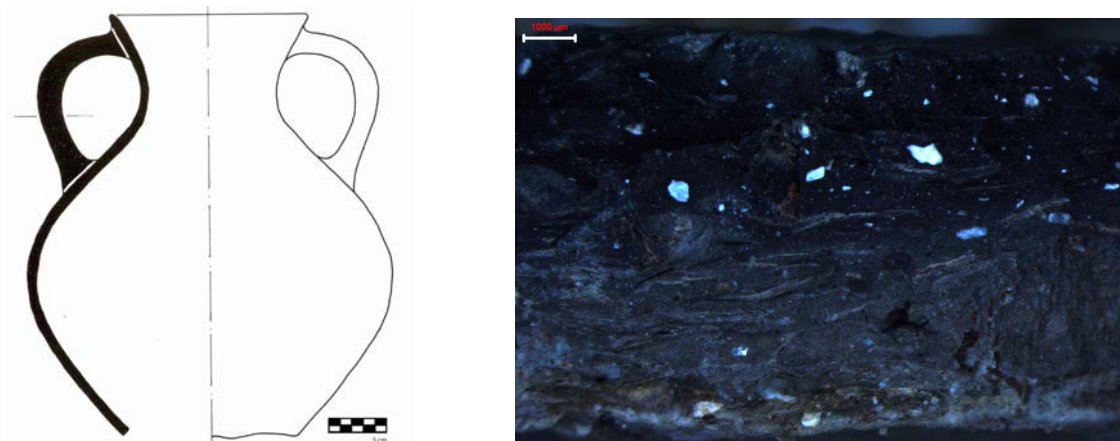


Figura 374. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-5/19 mostrando una pasta fina, reducida, muy porosa y desgrasada, básicamente, con materia vegetal (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).

25.4.11. Familia XII.

25.4.11. 1. Tipo 30 (FB-IV): TSB-9/80.

Tipo compuesto por una vasija localizada en el Sector 9 del *Turó de Ses Abelles* con una cronología del siglo II BC. Tiene base plana roma y cuerpo con forma ovoide horizontal Forma IIc y cuello de desarrollo incipiente con borde divergente curvado. No presenta elementos de prensión pero sí elementos plástico-decorativos consistentes en bandas aplicadas verticales. Aunque no es idéntico, se puede asimilar con matices entre el Tipo IV.E.1 (Ovoide globular de cuello corto sin asas) y el Tipo IV.D (ovoide globular de grandes dimensiones) de Pons (1985). Una vasija procedente de *Cova Monja* (IV BC- I DC) puede asimilarse a este tipo (18-255). Se diferencia por presentar el punto de inflexión cuello-cuerpo más marcado y la boca algo más cerrada. Se ha optado por agruparla en este tipo, pese a estas diferencias, ya que el perfil es el mismo, así como la morfometría. Esta pieza presenta una decoración consistente en una banda semicircular aplicada con mamelón central a cada lado (Ensenyat 1981).

Esta vasija se caracteriza por presentar una pasta típica del *Turó de les Abelles* rica en hierro (Fe_2O_3 13.3%), perteneciente a la Producción TSB-A2 y a la Fábrica 2, a la que se ha añadido una cantidad considerable de calcita cristalina en comparación con las otras piezas del mismo yacimiento. La adición de calcita en altas concentraciones y según una distribución seriada provoca una textura más gruesa, tipo GT-B2, con una cantidad de mineral media-alta (10.6%) y concentraciones relativamente importantes de CaO (19%). Por el contrario, el grado de porosidad es más reducido en la pasta y se relaciona con la adición de cantidades muy bajas de desgrasante vegetal (3%). Finalmente, esta pieza presenta una cocción claramente oxidante que puede haberse visto favorecida por la escasa cantidad de materia orgánica existente en la pasta. Todo indica la misma estrategia que la observada para el Tipo 28. Se trataría, por tanto, de un gran contenedor relativamente poco apto para ser expuesto a la acción del fuego, pero con una pasta que permite construir vasijas de tamaño considerable y relativamente duraderas que pueden utilizarse sin inconvenientes para el almacenaje y la gestión de productos sólidos, semilíquidos o líquidos.

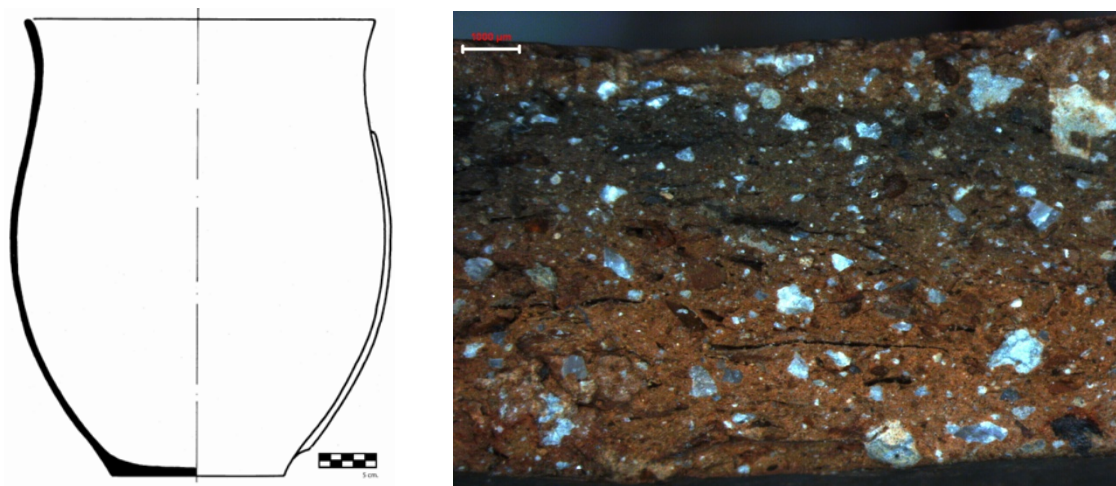


Figura 375. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-9/80 mostrando una pasta compacta, prácticamente oxidada y con una cantidad media/alta de desgrasante mineral de tamaño medio/grueso y escasa materia orgánica (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).

25.4.12. Familia XIII.

25.4.12.1. Tipo 31 (FB-IV): TSB-6/82.

Tipo compuesto por una vasija procedente del Sector 6 del *Turó de Ses Abelles* con una cronología del siglo II BC. Es una pieza que no conserva la base, con cuerpo de forma ovoide horizontal Forma IIc, cuello de desarrollo medio y borde divergente curvado que presenta dos asas de cinta. No puede asimilarse a tipos de otras clasificaciones tipológicas. La vasija 11591 procedente de *Son Boronat* (Guerrero 1979) presenta una forma atonelada, con cuello incipiente y borde divergente exvasado que resulta similar a la del tipo documentado en el *Turó de Ses Abelles*. Sin embargo, tiene cuatro asas situadas equidistantemente, mientras que la vasija TSB-6/82 lleva sólo dos rematadas en su parte inferior por lágrimas.

Se trata de un gran contenedor vinculado a la Fábrica 2 realizado con una pasta rica en hierro (15.3%), relacionada con la Producción TSB-A1, que presenta cantidades medias muy parecidas de desgrasante mineral y vegetal (8-9%). Los datos petrológicos indican que se añadió una escasa cantidad de calcita cristalina junto con fragmentos de rocas mal triturados y homogeneizados en tamaño, generando una pasta moderadamente calcárea (9%) y granulométricamente mal ordenada. De todos modos, las partículas se presentan en la pasta, preferentemente, en un tamaño medio grueso (GT-B1).

Las superficies presentan un engobe grueso y la cocción sigue la norma observada para la mayor parte del registro. Todo indica una pasta resistente al impacto pero poco apta para exponerse al contacto con el fuego. Atendiendo también a la morfometría de la pieza, pensamos que las evidencias sugieren más una funcionalidad asociada al almacenamiento de líquidos o semilíquidos.



Figura 376. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-6/82 mostrando una pasta rica en hierro con cantidades medias de desgrasante vegetal y mineral y engobes en las superficies (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).

25.4.13. Familia XIV.

25.4.13.1. Tipo 32 (FB-II): SM-103.

Tipo compuesto por una vasija procedente de la Torre I del *Puig de Sa Morisca* con una cronología del siglo IV BC. Ya descrita por García y Quintana (2003), es una pieza completa con base con repié macizo sin moldura exterior con unión en ángulo entre la base y cuerpo. La forma del cuerpo es ovoide divergente Forma IIb, no presenta cuello y la boca es abierta, el borde recto y el labio redondo con engrosamiento exterior en ángulo. Presenta cuatro asas de cinta de tendencia ovalada oblicua descendente con apéndice inferior en posición axial. La intensidad de la fracción del asa es la mitad y la sección rectangular, se localizan en la parte superior de la pieza con una simetría total en una única hilada. Se trata de un tipo único, tanto por su forma como por sus dimensiones, del que no se conoce ningún paralelo. Se encontró en un contexto que la relaciona con un ánfora ibérica y unos clavos de cobre (Guerrero *et al.* 2002).

Si bien carecemos de información química y mineralógica de esta pieza, si disponemos de interesantes datos texturales que pueden orientarnos hacia la posible funcionalidad de la misma. Esta pieza, además de ser singular tipológicamente, destaca por presentar una pasta muy diferente a la observada en la mayoría de tipos estudiados del Postalayótico. Se trata de una pieza con una textura muy gruesa ($>800 \mu\text{m}$, GT-A4) y con una frecuencia de desgrasante mineral, probablemente calcita cristalina, muy abundante (24%). La pasta se presenta muy bien homogeneizada y con una porosidad reducida vinculada a una cantidad residual de materia vegetal en la matriz (1%). El alto grado de compactación de la pasta muestra una buena preparación y homogeneización de los desgrasantes así como una cocción adecuada. Ésta ha sido realizada en un ambiente altamente oxidante que ha propiciado la obtención de un núcleo muy oxidado favorecido, probablemente, por una escasa cantidad de desgrasante orgánico en la pasta. Todo indica una pasta con la cantidad suficiente de desgrasante para modelar una pieza muy grande y capaz de generar un producto apto para ser potencialmente expuesto al fuego sin demasiados problemas, si bien, podría haberse utilizado también para cualquiera de las otras funciones: almacenaje y getión de productos líquidos o sólidos.

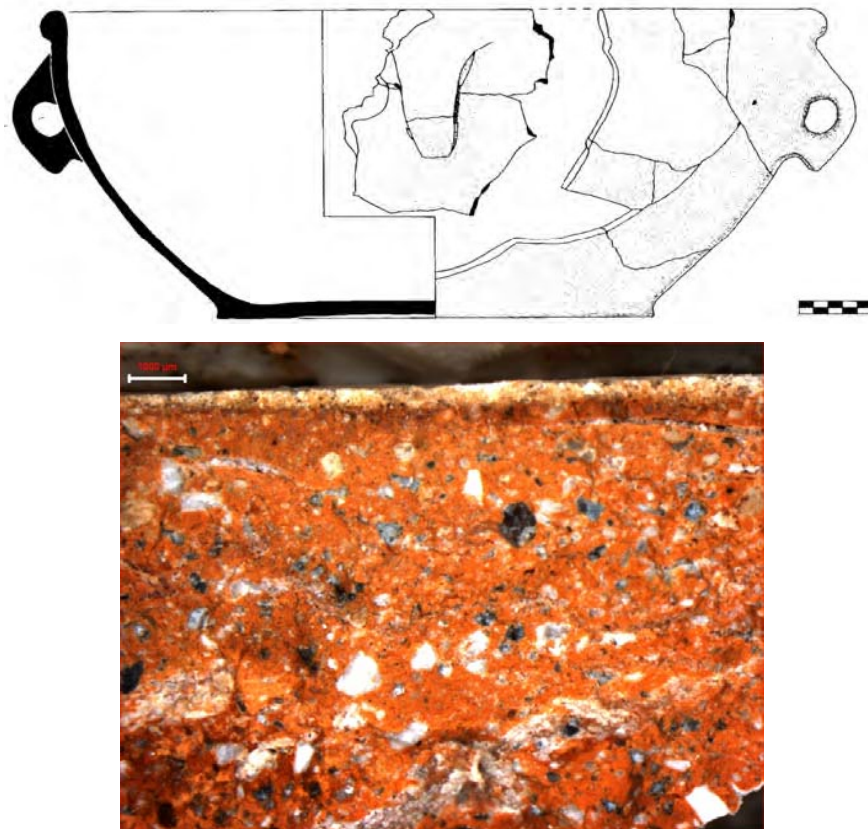


Figura 377. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza SM-103 mostrando una pasta muy compacta y oxidada con una cantidad alta de desgrasante mineral (Dibujo: García Rosselló y Quintana 2003).

25.4.14. Familia XV.

25.4.14.1. Tipo 33²³⁶: SM-1351.

Es una pieza de la Torre III del *Puig de Sa Morisca* adscrita a época Talayótica de base plana con cuerpo ovoide divergente Forma IIb que posee la junta entre el cuerpo y el cuello muy marcada, el cuello apenas tiene desarrollo, el borde es divergente curvado y el labio posee un ligero engrosamiento exterior. Presenta mamelones piramidales ascendentes simétricos en el cuerpo superior a la altura del diámetro máximo. Se relaciona con el Tipo 1 de Lull *et al.* (2008), datado entre 900-550 BC y que aparece en yacimientos como *Es Pedregar*, *Son Fornés*, *Son Serralta* y *Els Antigors*. Contextualmente este tipo de piezas suelen aparecer en contextos domésticos, situándose cerca de los hogares (Gasull *et al.* 1984; Palomar 2005). Si bien es cierto que algunos estudios micro-espaciales en estructuras de hábitat talayóticas de *Son Fornés* demuestran que es en torno a los hogares donde suelen aparecer concentraciones de cerámicas que engloban a distintos tipos (Dueñas *et al.* 1986).

Un aspecto interesante a reseñar de esta pieza es la aplicación en su superficie de un espatulado muy intenso y uniforme. Este tipo de tratamientos de superficie se han asociado preferentemente con esta tipología en numerosos individuos mallorquines estudiados (Lull *et al.* 2008: 156). Se ha planteado, desde el estudio de estos autores, que su fabricación podría relacionarse con talleres especializados que abastecerían a un alto número de asentamientos o bien con la presencia de alfareros altamente especializados con una producción itinerante moviéndose por diferentes territorios en función del grado de parentesco. Otra hipótesis está relacionada con el intercambio de un producto concreto ligado a esta tipología tan característica. Además de las semejanzas de esta Fábrica con la cerámica del Bronce Final, se puede sugerir que esta tipología tiene claros prototipos en ese periodo (Lull *et al.* 2008: 165), lo que permite señalar ciertas continuidades entre las producciones desarrolladas durante el Bronce Final y época Talayótica.

²³⁶ Esta pieza tampoco se adscribe al Postalayótico por lo que no se incluye en el estudio tipológico realizado con la metodología señalada. De todos modos, al ser de perfil completo se ha decidido incluirla en el estudio de pastas-tipos como una familia y tipo diferenciados, sustituyendo en la numeración a la pieza TSB-14/10 que no ha podido analizarse.

La pasta de esta pieza, que no ha podido clasificarse en ninguna producción y que se asocia a la Fábrica 1, es altamente calcárea (CaO 38%) estando estrechamente relacionada, como se ha observado petrológicamente, con la adición de cantidades muy altas de calcita cristalina, que aumenta sustancialmente el porcentaje de desgrasante mineral (16%) de grano grueso (GT-A3). El desgrasante está muy bien machacado, apareciendo relativamente bien ordenado de forma seriada y muy bien distribuido por la matriz lo que indica una buena preparación de la pasta en la fase de mezclado y amasado. La calidad de la cocción también se presenta muy elaborada, el grado de alteración de los cristales de calcita, la coloración y el grado de compacidad de la pasta evidencian que la pieza fue cocida a temperaturas situadas en el límite de descomposición de la calcita (750-850 °C) y durante un largo tiempo de exposición en ambientes altamente reductores y en una estructura cerrada. Estos rasgos, unidos a la ausencia de materia vegetal en la pasta, determinan una pasta poco porosa, muy resistente y de gran calidad. Puede determinarse una pieza que habría tenido una pasta muy resistente y apta para cualquier funcionalidad, incluyendo su exposición al fuego.

En este sentido, se debe recordar que esta pieza apareció encima de una estructura de combustión (UE-138), cuyas dimensiones se ajustan a las medidas de la base de la pieza y, por tanto, con la superficie externa manchada de cenizas u hollín. Ello podría indicar que la pieza estuvo en la propia estructura o bien, ubicada muy cerca de la misma. Por otro lado, no se puede dejar de observar su ubicación en el yacimiento, en la zona superior del *castellum* del *Puig de Sa Morisca*, en el sector suroeste de la Torre III, en una zona claramente visible desde el mar. No podemos descartar alguna asociación de esta pieza con el calentamiento de algún tipo de líquido o sustancia. Las altas cantidades de cloro obtenidas en esta pieza no parecen deberse a causas postdeposicionales, y podrían estar relacionadas con un contenido vinculado con agua de mar o productos marinos. Si bien, deben considerarse estas afirmaciones como hipótesis que deberán tratar de confirmarse en futuras investigaciones.

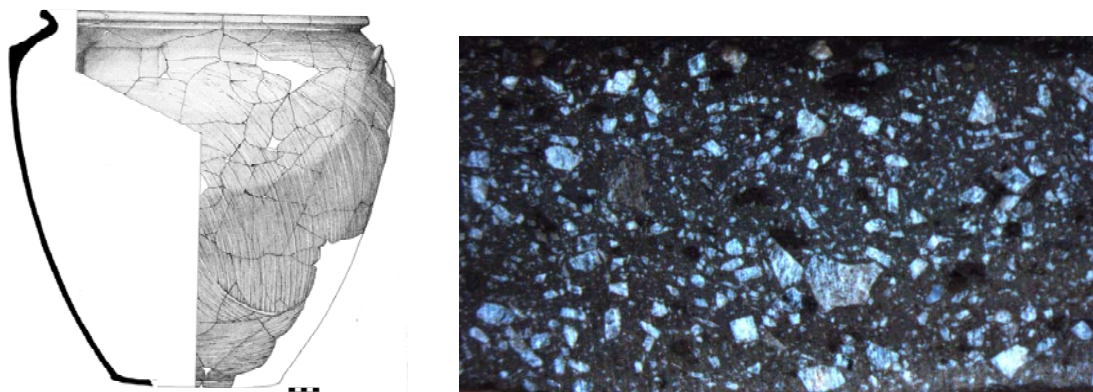


Figura 378. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza SM-1351 mostrando una pasta muy compacta, reducida y con cantidades altas de desgrasante mineral.

25.4.15. Familia XVI: TSF-464 (asociada), TSF-459 (asociada), TSF-57, TSB-7/32, TSB-1/303.

Se presentan aquí un grupo de piezas de grandes dimensiones que no conservan más que la parte superior del perfil, lo que no permite establecer un tipo a partir de ellas. Sin embargo, éstas se diferencian claramente de las formas presentadas dentro de la clasificación tipológica. Se ha optado por agrupar estas piezas de gran tamaño con la finalidad de explorar sus características básicas. Esperamos que en próximos estudios, que comprendan otras piezas de otros yacimientos, éstas se puedan utilizar para generar tipos en futuras clasificaciones tipológicas.

Las pastas de las piezas de este grupo presentan cada una de ellas ciertas particularidades que se correlacionan con la inconsistencia tipológica del mismo, asociándose a diversas fábricas como la Fábrica 1, 2, 3 y 16. Igualmente, se constata cierta diversidad geoquímica ya que hay piezas mal clasificadas mientras otras se asocian a los grupos de referencia TSF-B, TSB-A2 y TSB-B1. Encontramos piezas ricas en hierro (7.8-10%) como TSB-7/32, TSB-1/303 y TSF-459, y otras ricas en cuarzo (TSF-57), ésta última pieza es la que presenta las mayores divergencias respecto al resto de vasijas de la familia. Al margen de TSF-57, pueden señalarse, a grandes rasgos, algunas similitudes entre las piezas de la familia. Por un lado, se trata de piezas moderadamente calcáreas (CaO 15-25%) y con un porcentaje medio-bajo de desgrasante mineral (5-10%), que se relaciona con la adición de diferentes cantidades de calcita cristalina. La introducción de este mineral propicia, en función de la cantidad introducida, pastas de texturas muy variables, generalmente fina-media.

La cantidad de desgrasante vegetal suele ser igual o superior a la cantidad del mineral (7-11%). Todos los rasgos de estas piezas recuerdan enormemente a los observados en otros tipos morfo-métricamente parecidos, como el Tipo 28. Del mismo modo, los desgrasantes se documentan mal triturados y las pastas poco preparadas, con una distribución desigual de los desgrasantes.

Las cocciones, excepto en la pieza TSB-7/32 que está completamente oxidada, muestran la estrategia habitual que se ha venido citando. Éstas son piezas poco aptas para exponer al fuego pero que presentan suficiente desgrasante para construir vasijas de gran formato, con suficiente resistencia al impacto y poco pesadas, ideales para piezas de almacenaje de sólidos que deben transportarse.

No se pueden establecer paralelos tipológicos para estas piezas en otros yacimientos. Tal vez, el paralelo más claro sea una pieza fragmentada, procedente de *Son Fornés* y datada en el siglo III BC (Díes *et al.* 1980: Fig. 9) que sería parecida a la vasija TSF-57, aunque no presenta decoración y es de menores dimensiones. Al margen de estas características, la pieza TSF-57 se distingue del resto por presentar un contenido muy alto de cuarzo (20%) que se correlaciona con cantidades medias-altas de mineral (12%). Éste se encuentra muy bien homogeneizado en una fracción fina y muy bien distribuido por la matriz lo que indica, tal vez, la adición de arenas a esta pasta. Por otro lado, esta pieza no muestra materia orgánica añadida lo que nos sitúa ante una pieza que, a pesar de no haberse cocido a altas temperaturas, se presenta poco porosa en comparación con el resto de recipientes del postalayótico. Si bien resulta una pieza bien manufacturada y con una pasta refractaria, su morfología, así como los rasgos de la pasta apuntan más hacia un uso en el que no predomina la exposición al fuego, sino una pasta muy resistente al impacto, ideal para transportar por barco y almacenar líquidos y sólidos en su interior.

Finalmente, señalar que se ha podido constatar la presencia de engobes en las superficies de varias de estas piezas (TSF-459, TSF-57, TSB-1/303) que habrían homogeneizado y reducido la porosidad abierta de las pastas, mejorando su permeabilidad. En definitiva, se trata de piezas poco aptas para la exposición al fuego pero resistentes a impactos y muy aptas para la conservación de productos de todo tipo. Dada la morfología de las piezas, con el diámetro máximo mucho mayor que la boca, puede apuntarse al almacenaje de sustancias líquidas o semilíquidas.

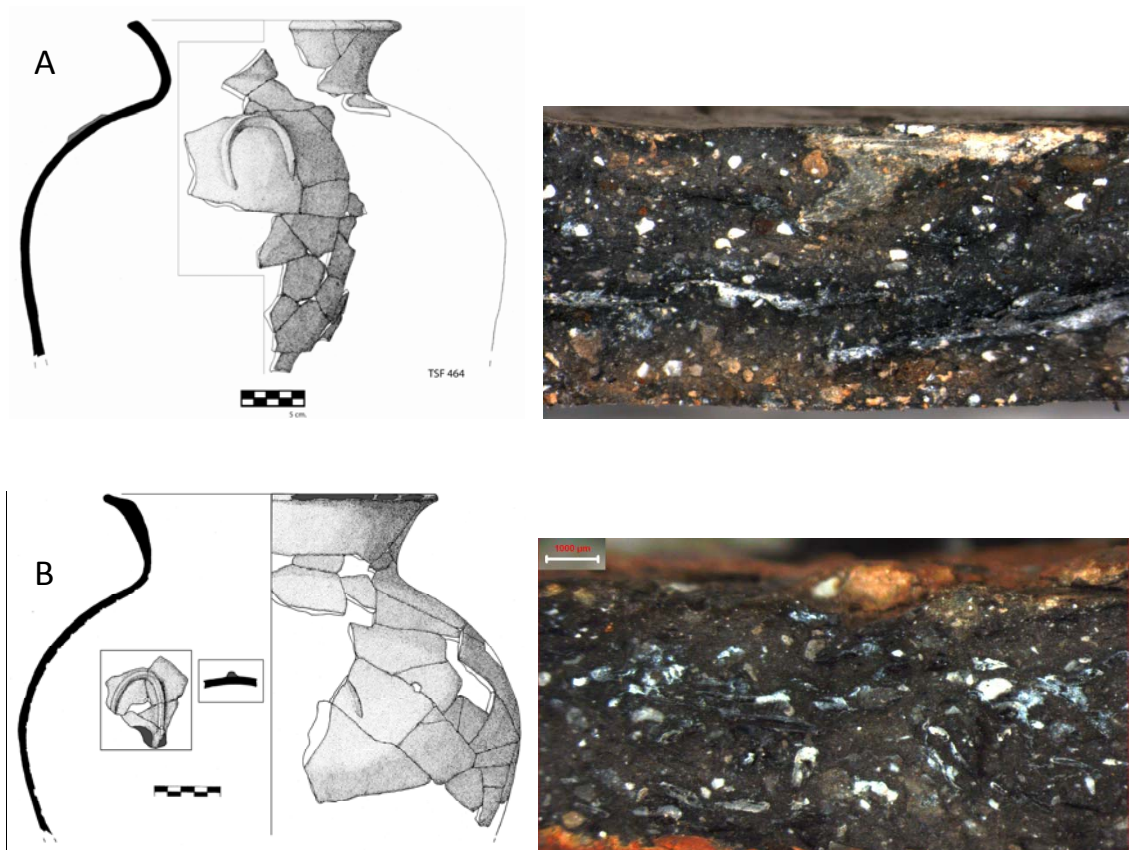


Figura 379. Perfil y microfotografías con binocular de grandes contenedores no clasificados en ningún tipo. A) Pieza TSF-464 y B) pieza TSF-459 mostrando unas pastas con cantidades medias de desgrasante vegetal y mineral.

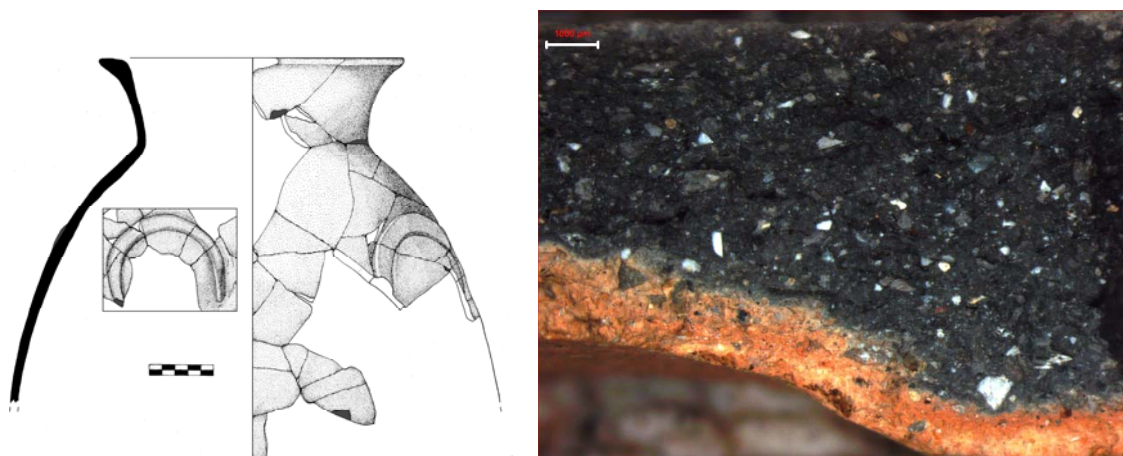


Figura 380. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSF-57 mostrando una pasta rica en cuarzo muy compacta sin vegetal y cocida en ambiente reductor.



Figura 381. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-7/32 mostrando una pasta oxidada, rica en hierro, con cantidades altas de desgrasante vegetal y medias de mineral (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).

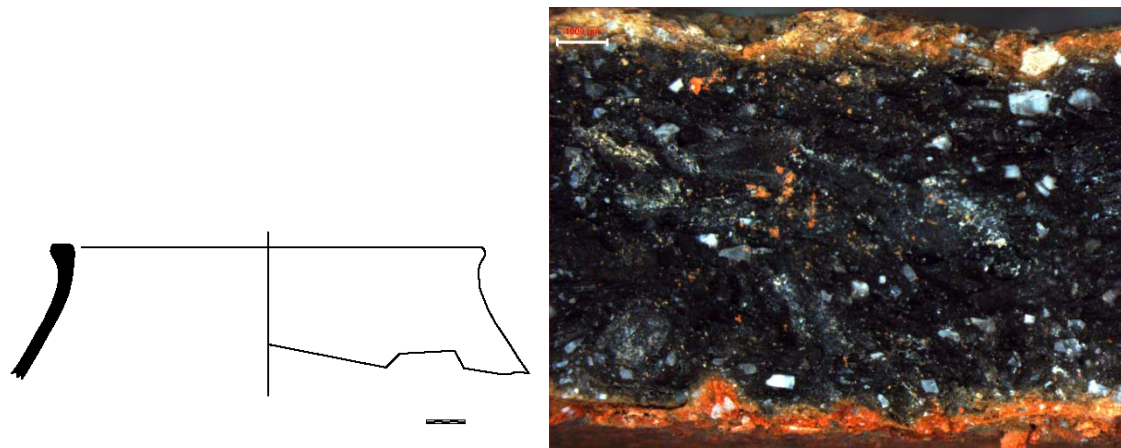


Figura 382. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-1/300 mostrando una pasta rica en hierro con cantidades medias de desgrasante vegetal y mineral (Dibujo: J. García Rosselló).

25.5. Conclusiones: variabilidad tipológica y composición de pastas cerámicas.

El objetivo de este apartado consiste en evaluar las conclusiones obtenidas del análisis conjunto de las tipologías y las pastas cerámicas haciendo referencia, por un lado, a cómo el tipo de artefacto que se produce, su forma y tamaño, pueden afectar y condicionar al proceso de fabricación de las pastas, así como la obtención de fábricas con determinadas cualidades. Por otro lado, se pretende conocer si las pastas que se han constatado en las piezas de los distintos tipos obedecían también a estrategias productivas particulares, relacionadas con formas de organización de la producción concretas. Finalmente, en este apartado se han sentado los datos tecnofuncionales que, unidos a un amplio marco teórico, permitirán posteriormente realizar una primera aproximación a los fenómenos funcionales que se observan en el registro.

Se ha observado que la variabilidad tipológica existente entre los tipos y dentro de los distintos subtipos coincide, en muchos casos, con variaciones en el proceso de fabricación de las pastas de las vasijas y distintas estrategias productivas. Se va a profundizar, por ello, en el modo en que se organiza la producción a partir de un análisis comparativo-formal de los distintos Grupos de Referencia Composicional y los tipos que van asociados a cada uno de ellos. Este aspecto permitirá conocer qué características morfométricas tienen las piezas confeccionadas con recursos vinculados a un mismo origen y con unas cualidades parecidas, así como qué manipulaciones reciben posteriormente estas materias primas en función del tipo de producto a fabricar.

Con este propósito, resulta interesante observar si existe algún tipo de pauta en lo que se refiere a la adscripción de los distintos tipos y familias a las diferentes producciones consignadas (Fig. 386 y 387, Cuadro 68). A pesar de contar sólo con 17 piezas de perfil completo que hayan podido relacionarse con las producciones establecidas geoquímicamente, ya que un total de 14 piezas de perfil completo no han podido adscribirse a ninguna Producción, evidenciamos que la alta variabilidad tipológica se refiere también a las distintas producciones que se están documentando en los yacimientos.

Por un lado, el alto número de piezas mal clasificadas y, por tanto, de origen incierto, explica, en parte, el alto grado de variabilidad observado en las pastas a nivel de Familia y Tipo. Por otro lado, se observa un comportamiento diferencial en los productos que confecciona cada Producción, existiendo claras diferencias entre SM-A1 y el resto de producciones. En el caso de este grupo de referencia, se aprecia como una misma producción se utiliza para fabricar un amplio abanico de vasijas vinculadas con distintas familias y tipos. Ello indica que no existe una especialización morfométrica y funcional de las materias primas usadas en la producción. Se ha podido consignar que las producciones más numerosas y comunes se utilizan en la fabricación de todo tipo de artefactos, independientemente de la familia a la que pertenecen. Así pues, SM-A1 se constata en las Familias II, IV, V, VI, VII, VIII, IX y XI que, probablemente, utilizarían la misma arcilla base. Podemos atenernos a una o más unidades productivas que fabrican todo tipo de artefactos, de diferente tamaño y forma, con los mismos materiales de partida.

Por otro lado, las distintas producciones que se desarrollan en el *Turó de les Abelles* y *Son Ferrer* comprenden un número menor de casos y se concentran en determinados tipos de piezas. En lo referente al primer yacimiento, destaca la clara preferencia por utilizar las pastas de las producciones TSB-A para las piezas de mayor envergadura, mientras que las piezas de pequeño tamaño se asocian más a la Producción TSB-B2, así como a producciones más parecidas químicamente a las del *Puig de Sa Morisca*, como se observa en los Tipos 1 y 2. Estos dos tipos han presentado, además, una cadena operativa de modelado diferenciada respecto al resto de piezas del *Turó de les Abelles* (García Rosselló 2010).

Los diferentes tipos y familias cerámicas de este yacimiento aparecen bien repartidos entre las distintas producciones químicas, se constatan tipos exclusivos dentro de cada producción que suponen piezas de diferente forma y tamaño. De esta manera, se ha observado una tendencia dentro de la Producción TSB-A3 a fabricar piezas del Tipo 19 y dentro de TSB-B2 a fabricar del Tipo 7. Ello indica una gran heterogeneidad en el modo de fabricar los artefactos que se relaciona tanto con las materias primas empleadas como con la forma final de los productos confeccionados. Ello podría reflejar dos unidades productivas diferentes usando distintas materias primas y fabricando piezas disimilares morfométricamente, lo que contribuye a aumentar la variabilidad composicional y formal en la totalidad del registro.

En lo que se refiere a la cultura material cerámica de *Son Ferrer*, se observa la misma tendencia. Por un lado, las distintas producciones aparecen más centradas en realizar contenedores funerarios, existiendo una diversificación de los distintos tipos cerámicos establecidos que va paralela a la variabilidad de las diferentes producciones químicas constatadas en el yacimiento (Cuadro 68). Cada producción habría fabricado contenedores de distinto tipo, por lo que hay que remitirse a distintas producciones, cada una de ellas fabricando piezas de distinta forma, tal vez, relacionadas con distintas unidades productivas o distintos individuos. Éstos fabricaron piezas de variada tipología, aunque semejantes métrica y tal vez funcionalmente, sin un gran consenso tecnológico con el resto de unidades productivas.

Por otro lado, en menor medida, se adscriben dentro de algunas de las producciones de *Son Ferrer* otros tipos de menor tamaño, como el Tipo 7 o el Tipo 11, que podrían relacionarse con otras funciones. En lo que se refiere a estos tipos, se observa una mayor tendencia dentro de la Producción TSF-B hacia la fabricación de artefactos del Tipo 7. En definitiva, la alta variabilidad observada en piezas de una misma familia y, en menor medida, en los tipos debe relacionarse con una diversificación de las producciones que aportan cerámica al yacimiento, especialmente durante el postalayótico. Los rasgos y la variabilidad que se observa en las pastas dentro de cada Tipo y Familia parece corresponderse, esencialmente, con el uso de diferentes materiales y distintas formas de fabricar los artefactos, lo que queda claramente representado por la distribución de los tipos dentro de las distintas producciones.

Finalmente, señalar que este aspecto se plasma también en la relación existente entre las formas básicas utilizadas y las distintas fábricas constatadas (Cuadro 69). La Forma Básica 4 supone la utilizada de forma mayoritaria y para confeccionarla se utilizaron multitud de pastas, este aspecto podría indicar que ésta resultaría fácil de obtener utilizando una amplia gama de materiales y soluciones técnicas. La utilización de esta forma básica sería, por tanto, adecuada en aquellas producciones donde hay una gran variabilidad en las pastas utilizadas.

Por otro lado, se documenta la utilización de determinadas fábricas para la consecución de múltiples formas básicas, indicando que este tipo de materiales habrían tenido amplias posibilidades en el modelado de distintos tipos de piezas (Fig. 388). Por ejemplo, la Fábrica 3 (Fig. 384) se ha asociado con las formas básicas 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 7. Del mismo modo la Fábrica 2 (Fig. 385) se vincula con las formas básicas 3, 4, 5, 6 y 8. Finalmente, indicar la correspondencia existente entre formas básicas y fábricas marginales que deben relacionarse con soluciones tecnológicas de carácter minoritario. Por ejemplo, la FB-8, de uso más marginal y documentada sólo en el *Turó de les Abelles*, se asocia también con fábricas de uso minoritario y exclusivas de este yacimiento. El mismo fenómeno se observa con la Fábrica 14 que se documenta únicamente asociada a la Forma Básica 6.

Cuadro 68. Familias y tipos relacionados con las producciones químicas establecidas, en negrita se remarcan aquellos tipos que se han fabricado de forma más repetitiva dentro de cada producción.

Producción	Familias	Tipos
SM-A1	I, II, V, VI, VII, VIII, IX, XI	1, 7, 16, 18, 19, 21, 22, 26
SM-B1	I, II, VIII	1, 7, 19
TSB-A1	VIII, XIV	21, 31,
TSB-A2	I, XIII, XVI	5, 30
TSB-A3	VII , IX	19 , 22
TSB-B1	VII, XVI	20, 1/303 (gran contenedor)
TSB-B2	I, II , XII	5, 7 , 27
TSF-A	IV, VII, X, XII	11, 21, 23, 27
TSF-B	II , XII, XVI	7 , 28
TSF-D	VII, X	20, 23

Cuadro 69. Fábricas y formas básicas documentadas en el registro analizado, en negrita se remarcan aquellas formas básicas que se han fabricado de forma más repetitiva dentro de cada producción.

Fábrica	Formas básicas
F-1	1, 2, 4
F-2	3, 4 , 5, 6, 8
F-3	1, 2, 3, 4 , 5, 6, 7
F-4	2, 4
F-5	4
F-7	4
F-8	6 , 7
F-14	6
F-16	4, 8



Figura 383. Fotografías de piezas de piezas con diferentes formas básicas y tamaños asociadas a la Fábrica 1. A) TSF-1090, B) SM-1351, C) TSF-1082 y D) SM-103.

(Fotografías: J. García Rosselló)

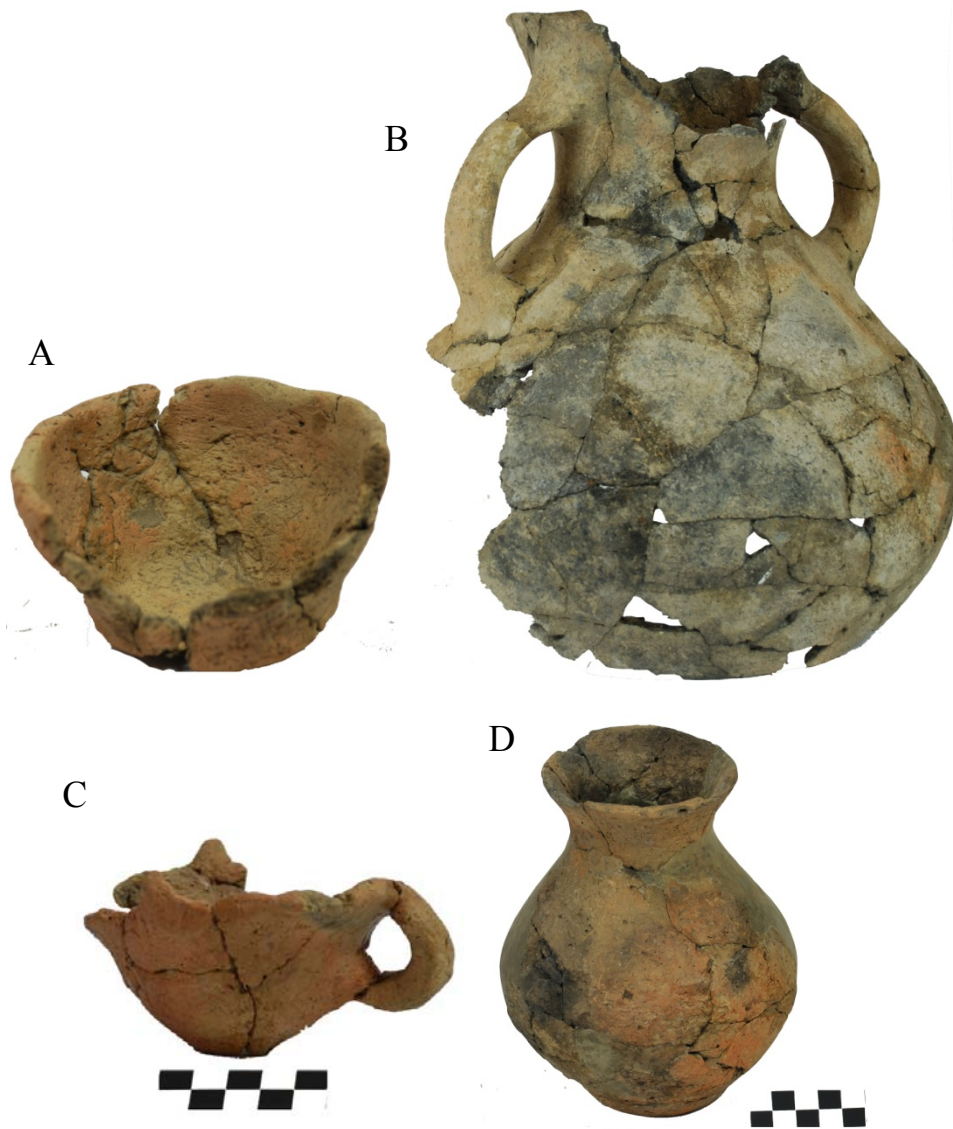


Figura 384. Fotografías de piezas de piezas con diferentes formas básicas y tamaños asociadas a la Fábrica 3. A) TSB-9/90, B) TSB-5/19, C) TSB-9/91 y D) TSB-2/41.

(Fotografías: J. García Rosselló)

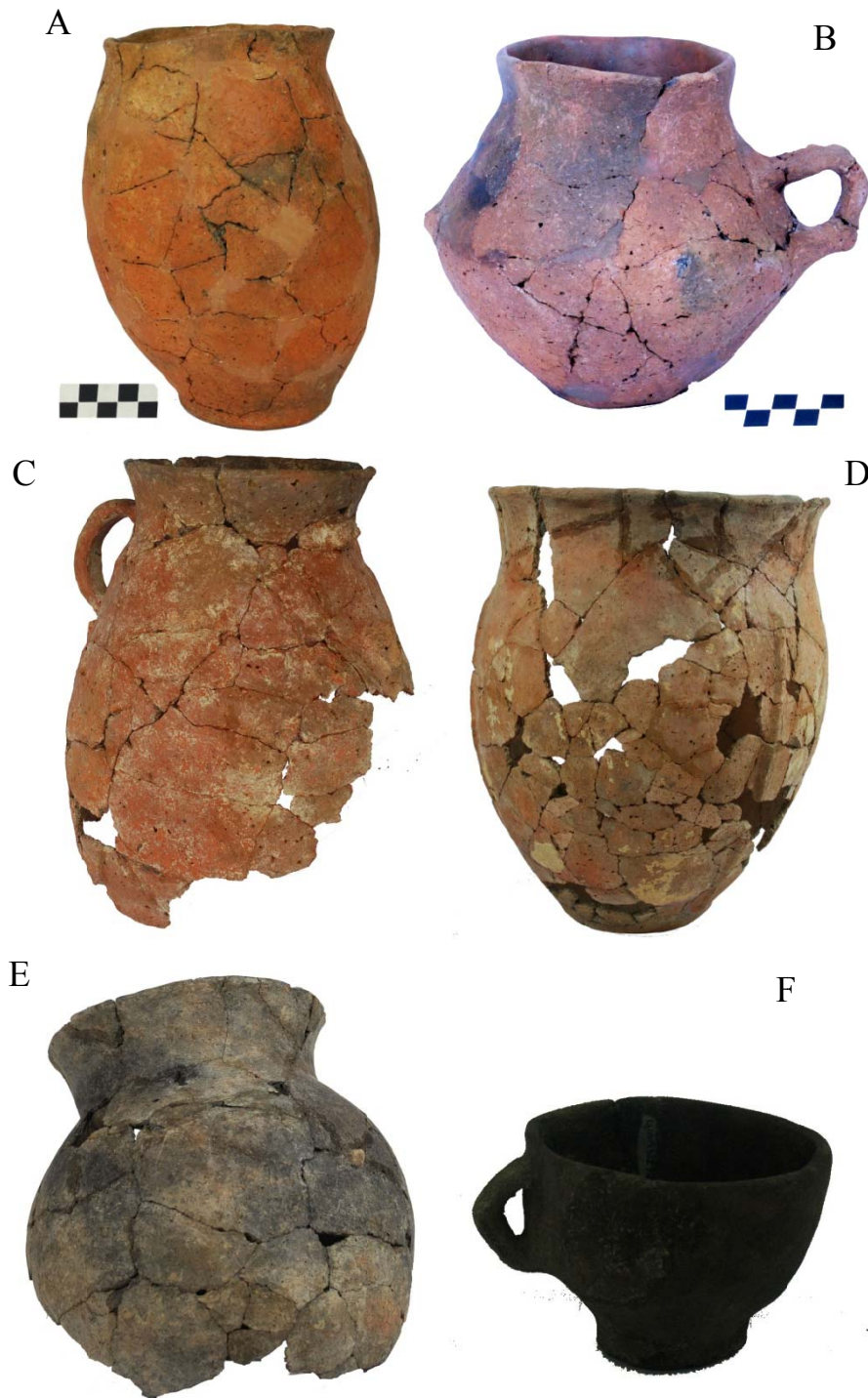


Figura 385. Fotografías de piezas de piezas con diferentes formas básicas y tamaños asociadas a la Fábrica 2. A) TSB-2/40, B) TSB-6/72, C) TSB-6/82, D) TSB-9/80, E) TSB-9/84, F) TSF-242 (Fotografías: J. García Rosselló).

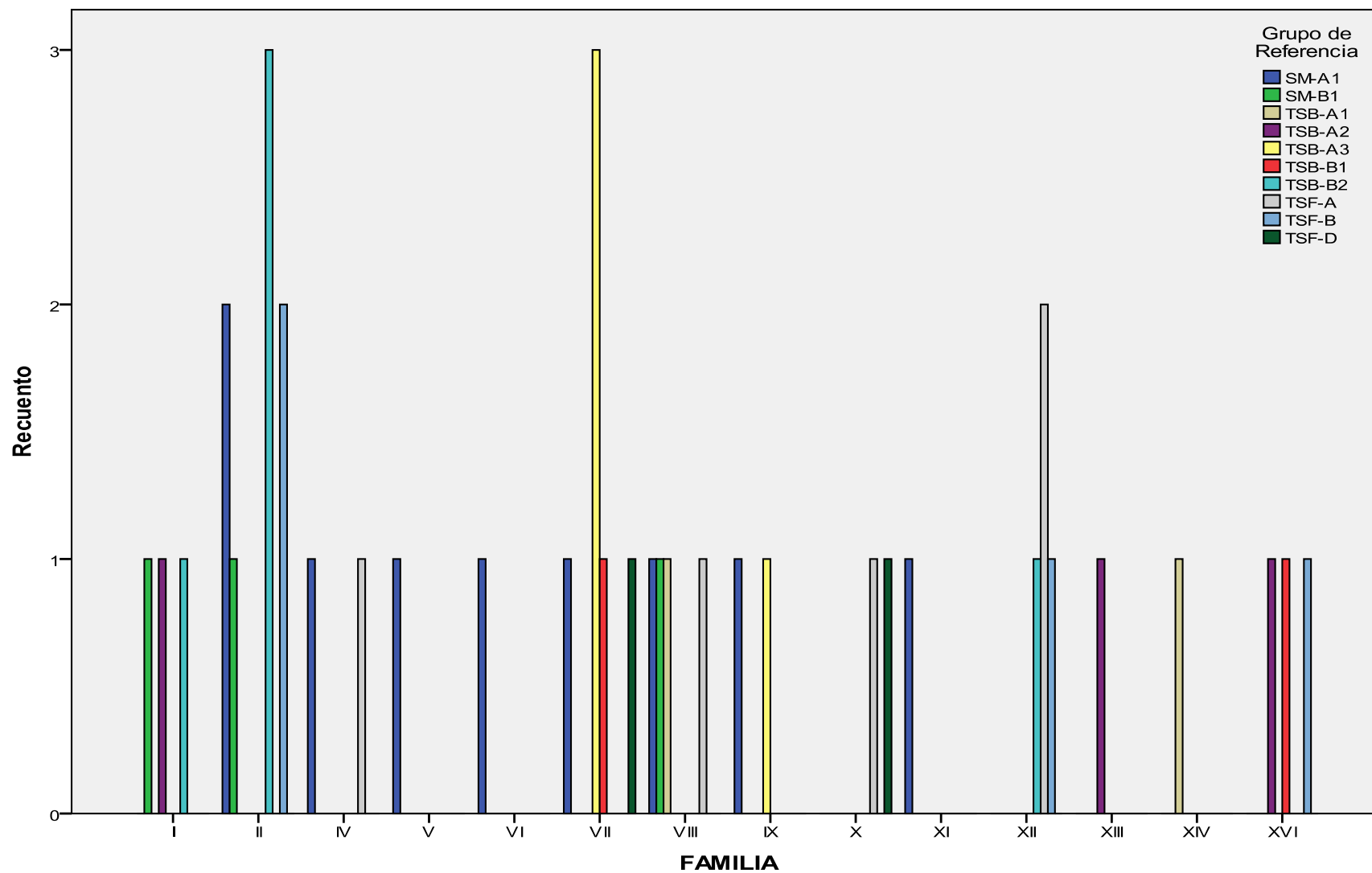


Figura 386. Gráfico de barras mostrando las distintas producciones químicas asociadas a cada una de las familias.

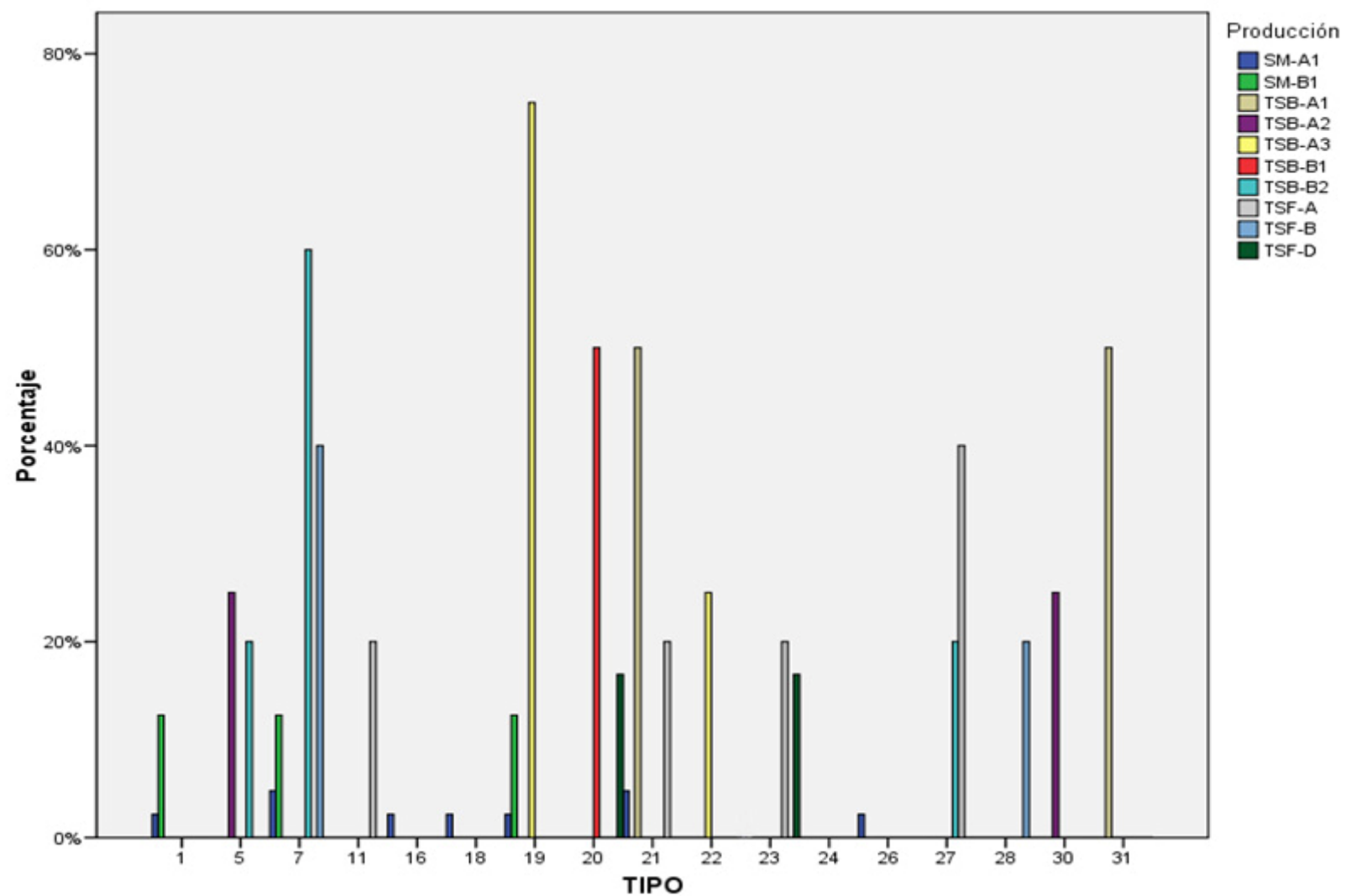


Figura 387. Gráfico de barras mostrando las distintas producciones químicas asociadas a cada uno de los tipos.

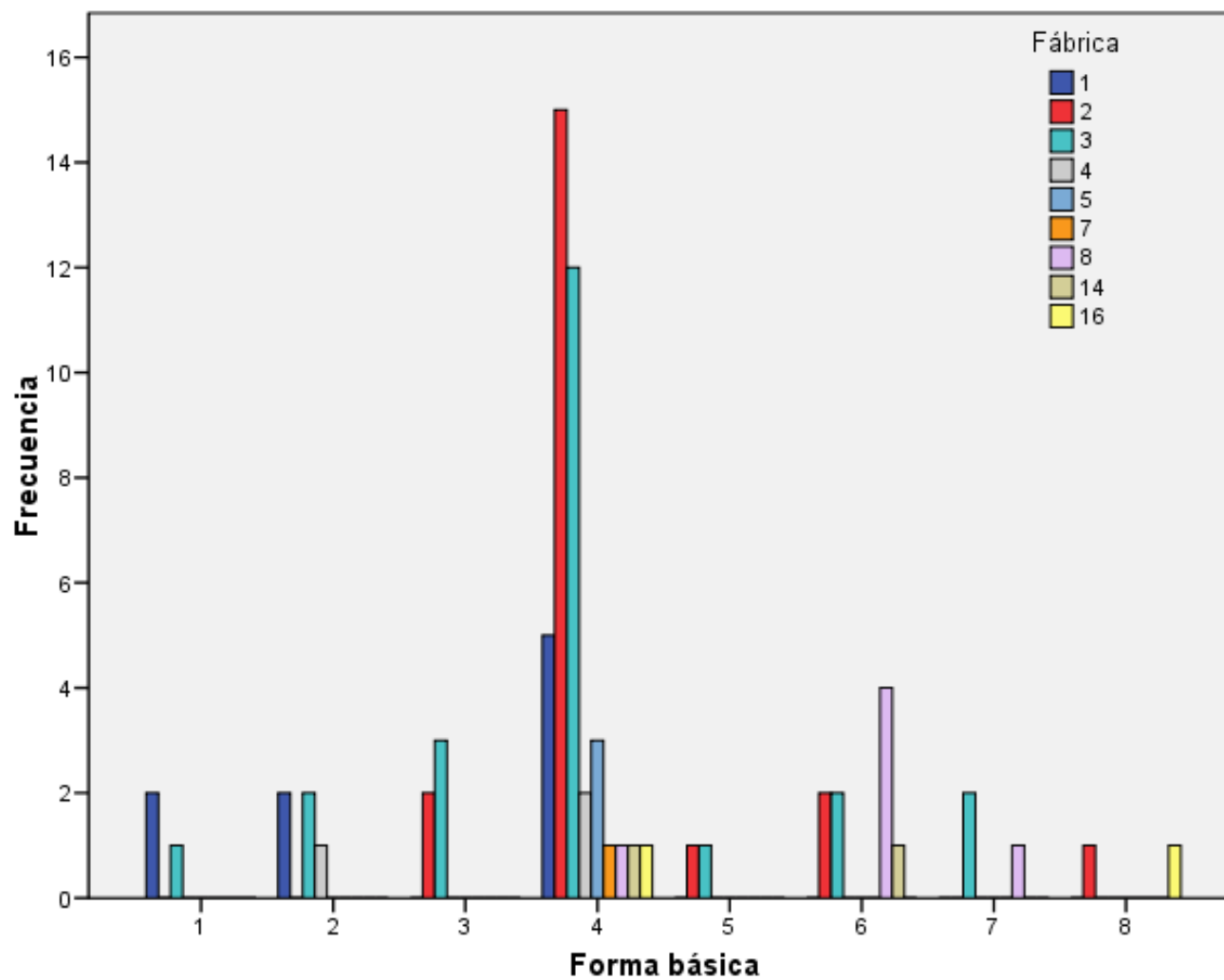


Figura 388. Gráfico de barras mostrando las distintas fábricas utilizadas en la producción de las formas básicas.

Finalmente, en lo que se refiere a la relación entre la pasta y el tamaño de las piezas adscritas al postalayótico, se puede distinguir, en términos generales y como sucede en muchas producciones cerámicas, entre dos grupos texturales básicos. Como denota un análisis comparativo entre los Grupos Texturales en función de las distintas Familias (Fig. 389), parece ser que la textura y otros procesos de fabricación pueden relacionarse con el tamaño de las piezas y, probablemente, con la función que éstas van a tener.

a) Pastas finas: Se asocian, por una parte, a cerámicas de tamaño pequeño y mediano, como las adscritas a las Familias I, II y IV. Por otra, se vinculan con algunos contenedores de mayor tamaño (Tipos 23, 24, 25, 28 y 29), que como se comentará posteriormente podrían, según sus pastas y rasgos morfométricos obedecer a ciertas funciones. Las pastas de estas cerámicas muestran predominantemente texturas tipo GT-C que destacan por ser de tipo fino o muy fino y con escasa cantidad de mineral. En estas piezas, especialmente las más pequeñas, que van a tener una corta vida de uso y un alto nivel de reemplazo, concluimos una menor inversión de esfuerzo en conseguir pastas muy elaboradas. En las piezas de mayor tamaño comentadas se asiste generalmente, para la consecución de las pastas y poder construir la forma, a la introducción de cantidades altas de desgrasante vegetal.

b) Pastas medias/gruesas: Dentro del registro del postalayótico debemos situar como las pastas más gruesas a las cerámicas bajas de tendencia muy abierta y con asas, tanto de tamaño muy grande como pequeño que tecnofuncionalmente podrían relacionarse con cerámica de cocina (tipos 7.1, 14 y 32). Por otro lado, algunos contenedores de mayor tamaño (tipos 19.1, 20, 21, 27, 30, 31) de las familias IX, XI, XII, XIII y XIV, tanto de contextos funerarios como no funerarios, han presentado cantidades medias de desgrasante y texturas tipo GT-A y B que contrastan con los rasgos observados en el registro de menor tamaño. Este tipo de texturas habría posibilitado, al favorecer una mayor consistencia de la pasta, el modelado de piezas de mayor envergadura ya que vasijas con un formato de gran tamaño exigen de pastas con una cierta cantidad de desgrasantes con tal de posibilitar el levantamiento y la cocción de paredes gruesas (Velde y Druc 1999; García Rosselló 2008: 243).

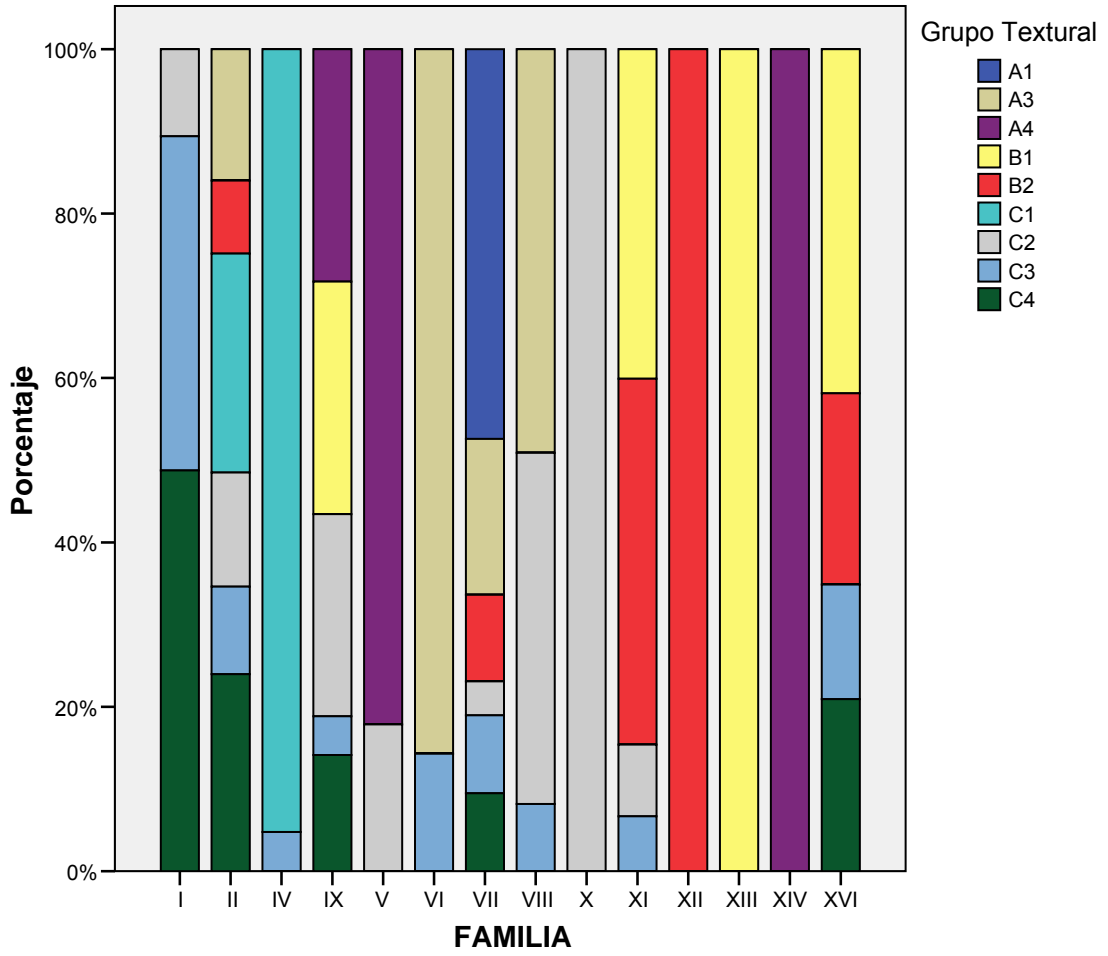


Figura 389. Grupos texturales consignados en vasijas postalayóticas en función de la familia.

25.6. Conclusiones: Adaptación funcional de las pastas cerámicas.

25.6.1. Útil, función y uso.

Las cerámicas son objetos manufacturados cuya finalidad responde a una serie de necesidades que poseen los individuos y los grupos humanos (Pfaffenberger 1992). Así pues, “...lo que caracteriza al útil es el uso (objeto que se utiliza) y la función (objeto pensado para ser utilizado para conseguir una determinada finalidad)” (Calvo 2002a).

Las cerámicas, al requerir de cierta manipulación en su proceso de fabricación, implican una intencionalidad de las personas en vistas a conseguir un fin concreto. Las cerámicas son objetos que responden a unas necesidades que son conocidas y preconcebidas de antemano, antes de ser fabricadas y, por tanto, suelen ser producidas consecuentemente obedeciendo a una *función* o varias. La cerámica se diseña partiendo de determinados criterios, independientemente de si ésta ha sido o no utilizada. Este apartado del trabajo va enfocado precisamente hacia este aspecto, hacia el estudio de la relación entre la función de los artefactos y las conductas que realizan los individuos con el objetivo de suplir una serie de insuficiencias patentes dentro del mundo en el que viven. Como ha señalado P. Arthur (2007: 183) “*We cannot properly study pottery if we do not study what it was used for*”.

La determinación del uso concreto de las cerámicas requiere de otras dinámicas y estrategias metodológicas que sobrepasan los límites establecidos en este trabajo. En nuestro caso, el concepto esencial no será que las cerámicas se utilicen o no, sino que éstas estén pensadas y preconcebidas para realizar una o más tareas. En los análisis funcionales, se entiende al *uso*, como al empleo concreto de un útil, aspecto que no debe identificarse necesariamente con la función a la que está destinado dicho objeto y donde se sitúan diversos procesos de amortización de los artefactos. Estos usos secundarios de las vasijas no estaban en la mente de los artesanos y se adquieren tras el proceso de fabricación, una vez las piezas ya están en circulación.

Dentro de la función conviene diferenciar, a nivel conceptual, entre la función principal para la que el objeto fue creado y aquellas funciones secundarias que permitirán usos alternativos de los artefactos²³⁷.

²³⁷ Un ejemplo interesante es la cerámica de cocina de *Pòrtol* (Mallorca) cuya función principal es el cocinado de alimentos, sin embargo, otras funciones secundarias se relacionan con el servicio de alimentos y permitir que éstos se mantengan calientes durante su ingesta (Albero y Puerta 2009).

Estas funciones secundarias enfatizan fenómenos de polifuncionalidad y suponen el empleo de un útil para obtener un rendimiento que, en principio, no se relaciona con la finalidad principal para la que estaba construido el artefacto. La forma o las características del útil permiten también esa utilización, aunque suponga una disminución en el rendimiento del ejercicio laboral. De tal forma, los tipos cerámicos responden, en el momento de su fabricación, a una o más funciones para las que estarían diseñados y destinados. Estas funciones pueden tener, por un lado, cierto carácter material o práctico ya que pueden utilizarse para cocinar, consumir o servir alimentos y líquidos, así como para transportarlos y almacenarlos. Por otro lado, la función de los objetos puede ser también simbólica e intangible (Hally 1986, Sullivan 1989; Aranda 2001: 25; Calvo 1999, 2002a y 2007; Castro *et al.* 2003: 280; Banning 2005: 161, 178; Vidal 2008).

En este esquema general planteado hay que incidir, como ya se señalaba en el apartado de clasificación tipológica, en el hecho que no siempre existe en todas las sociedades y situaciones la especialización funcional indicada anteriormente. Especialmente en el estudio de la relación entre pasta, forma y función en sociedades organizadas en torno a unidades de producción doméstica, otro tipo de fenómenos resultan importantes a la hora de comprender los parámetros que rigen la producción y el uso de las cerámicas. Nos referimos a conceptos como el de multiplicidad, polifuncionalidad, falta de especialización y redundancia, que dificultan el establecimiento de conexiones lineales y generales entre variables tecnológicas, morfológicas y aspectos funcionales. Estos fenómenos pueden dificultar en extremo, en muchos casos, una asociación directa entre tecnología y función, poniendo de relieve cómo la similitud formal existente entre dos objetos no tiene porqué significar necesariamente una identidad de uso. Estos conceptos pueden concretarse, según M. Calvo (2007: 45), en:

a) Multiplicidad: Contempla dos útiles taxonómicamente asociados a una misma categoría y tipo pero que tienen un rendimiento, concebido previamente, diferente y, en consecuencia, se utilizan en actividades y sobre materias distintas.

b) Polifuncionalidad: Supone el empleo de un útil para obtener un rendimiento que, en el momento de su creación, no se contemplaba y que no responde a los criterios y a las finalidades consideradas en el momento de su confección. En estos casos las características del objeto permiten su utilización en otras actividades, aunque ello suponga una reducción en el rendimiento de su ejercicio laboral.

c) Falta de especialización: se manifiesta cuando un mismo tipo de útil es utilizado indistintamente para la realización de múltiples actividades.

d) Redundancia: implica que una diferencia de forma no conlleva una identidad de empleo, es decir, diferentes morfo-tipos pueden utilizarse en el desarrollo de una misma actividad.

En todo caso, *a priori* y sin estudiar las características de los objetos, no se puede conocer si los rasgos que se observan en el registro obedecen a una especialización funcional o bien éstos responden a otros fenómenos, como los comentados anteriormente. Resulta, por tanto, conveniente trazar estrategias de análisis que permitan dilucidar e identificar qué tipo de lógicas guiaron los procesos de producción y uso de los artefactos. Con este propósito, la identificación de las funciones y los usos de una cerámica se puede realizar a partir del estudio de diferentes parámetros: análisis de absorción de residuos²³⁸, patrones de deposición de hollín²³⁹ (Fig. 390b), estudio de las macrotrazas y microtrazas (Fig. 390a) como consecuencia de la manipulación de las cerámicas y de actividades ligadas a procesos de mantenimiento de las vasijas y, finalmente, el análisis del contexto (Van As 1984; Skibo 1992; Sillar y Tite 2000; Calvo *et al.* 2004; Tsantini 2007: 130; Tite 2008).

²³⁸ Los únicos análisis de contenidos en cerámicas mallorquinas publicados fueron realizados sobre varias cerámicas calcolíticas del yacimiento de *Coval Simó* y proporcionaron restos de colágeno albuminoide, una proteína láctea asociada a la gestión de leche (Guerrero *et al.* 2007b). También se documentan análisis sobre ocho muestras de Alcaidús (Menorca), algunas con presencia de productos lácteos (Juan-Tresserras y Matamala 2003).

²³⁹ Ha sido posible determinar la presencia de restos de hollín en dos cerámicas talayóticas del *Puig de Sa Morisca* (SM-1351 y SM-683) que aparecieron contextualmente asociadas a estructuras de combustión con restos de cenizas y carbones (UE-138 y UE-26). En el caso de la estructura de combustión de la Torre III (UE-138) se observa como el diámetro de la base de la pieza SM-1351 (21 cm) se ajusta perfectamente al observado en la estructura (40 cm).



Figura 390. A) Trazas en la superficie de la pieza TSF-1082 B) Estructura de combustión en los exteriores de la Torre III (UE-138) con la pieza cerámica SM-1351 asociada y manchada de hollín.

25.6.2. Aproximación funcionalista-conductual (*Science-based material approach*): ventajas y limitaciones.

a) Ventajas.

Además de los parámetros señalados anteriormente, los propios estudios de pastas y tipologías cerámicas pueden proporcionar también cierta información para identificar si existe una adaptación funcional de los artefactos, aunque éstos no son tan concluyentes como los análisis de contenidos, la identificación de trazas de hollín o la asociación de vasijas con estructuras de combustión. Este tipo de aproximaciones al concepto de funcionalidad se realizan a partir de la caracterización de las técnicas, los procedimientos y los materiales utilizados en la confección de la cerámica, así como de la forma y el tamaño del producto final. Como vimos anteriormente, estos parámetros determinan el tipo de producto final obtenido y, por tanto, las propiedades físicas de la pasta y de las piezas. Desde este punto de vista se considera que los alfareros son capaces de percibir el entorno natural y social que les rodea de modo que, tras un proceso reflexivo, pueden poner en práctica, consecuentemente, conductas tecnológicas conscientes en el transcurso de la producción. Debemos contemplar, entonces, que éstos realizarán determinadas elecciones tecnológicas en vistas a maximizar el grado de adecuación de sus productos a las necesidades que deben satisfacer.

Como evidencian varios estudios etnográficos, puede resultar relevante contemplar desde las materias primas y las técnicas empleadas en la confección de las pastas de determinadas piezas cerámicas hasta los rasgos y las cualidades del producto final obtenido. Algunas materias primas arcillosas y pastas pueden estar limitadas en sus cualidades necesariamente a la fabricación de cerámicas con determinadas características y usos potenciales.

Etnográficamente, los alfareros experimentados conocen, normalmente, las limitaciones funcionales que imponen los materiales con los que trabajan. De esta manera, en Ticul y Tepakán (México) se documentan algunos alfareros que usan la misma arcilla para piezas destinadas a distintas funciones pero, sin embargo, la preparan de forma diferente dependiendo de la función que tendrá la pieza (Arnold 1985; Varela 1990; Arnold 2000). También etnográficamente²⁴⁰, se documentan muchas sociedades que distinguen en su universo cerámico entre cerámica que va a exponerse al fuego y cerámica que no. Además, estos grupos humanos utilizan, a menudo, diferentes pastas, técnicas y formas en función de esta variable. Por ejemplo, aquellas cerámicas que van a exponerse al fuego suelen fabricarse con arcillas refractarias poco calcáreas mientras, las cerámicas que almacenan líquidos se realizan a partir de pastas más claras y de naturaleza calcárea. Por otro lado, suele existir entre muchas comunidades de alfareros²⁴¹, un binomio en su producción entre cerámica gruesa y vasijas de cocina y cerámica fina y vajilla, existiendo, además, un mayor grado de variabilidad en las pastas que no se utilizan para cocina (Riley 1982; Stepoinatis 1984; Cuomo Di Caprio 1984: 64-65; West 1992: 60; Druc 1996; Arnold 2000; Soltman 2001; Ortega *et al.* 2005; Clop 2007; Fernández Navarro 2008; Kreiter *et al.* 2007; Tite 2008; Muntoni *et al.* 2009; Albero y Puerta 2009).

²⁴⁰ Se constatan varias sociedades donde se seleccionan diferentes materiales dependiendo de si la cerámica va a ser sometida al fuego o no, cabe destacar los alfareros de Quinua, Tabasco, Ticul o Durazno (México), La Plata (Nuevo Méjico), Tonal'a, Thar y Swat (Pakistan), los Shipibo-Conibo (Perú) y Pòrtol (Mallorca) (West 1992: 60; Arnold 2000; Soltman 2001; Spataro 2003; Gallegos y Armijo 2008; Albero y Puerta 2009).

²⁴¹ Etnográficamente se constata la utilización de arcillas con arena fina y pocas inclusiones para la cerámica de almacenamiento (Arnold 2000). Del mismo modo, las cerámicas de Moundville (Alabama) que no iban a exponerse al fuego, es decir de almacenaje y servicio, presentan desgrasante añadido con una textura más fina, rondando los 2 mm de diámetro y con una ordenación seriada (West 1992: 66).

Estos ejemplos constituyen una evidencia de cómo diferentes tamaños y formas cerámicas pueden, en muchos casos, estar relacionados con distintas funciones, así como con distintos tipos de pastas y elecciones tecnológicas. En estos casos, la función de los artefactos fabricados (ollas, cazuelas, jarras, etc.) condiciona enormemente el proceso de fabricación y, por tanto, algunos de los rasgos del objeto como su color, su pasta y sus cualidades físicoquímicas, así como su tipología. En definitiva, todos estos rasgos de la producción y el producto final están estrechamente relacionados con la función de las piezas (Tsantini 2007).

Como ya se ha mencionado anteriormente, este punto de vista ha dado lugar, desde los años '80, a toda una corriente teórica dentro de los análisis de las pastas cerámicas denominada en el mundo anglosajón "*Science-based material approach*" que, desde una posición funcionalista, se ha centrado en las propiedades físicoquímicas de los materiales que fabrican los artesanos.

Éstos materiales si bien pueden tener una significación peculiar dentro de cada cultura, presentan, en términos científicos, rasgos universales inherentes a su propia naturaleza. En consecuencia, un mismo material, bajo unas mismas condiciones, se comportará igual independientemente del espacio y del tiempo en el que se ubique. Partiendo de este punto, estos estudios de corte conductual tratan de demostrar, mediante la experimentación con distintos tipos de materiales y a partir del establecimiento de modelos universales, la posible adaptación de las vasijas a diversas funciones. Desde esta aproximación se pretende también abordar, en base a las cualidades de los materiales fabricados, las posibles causas que favorecen el cambio tecnológico en las pastas cerámicas.

El análisis de las propiedades físicas de la pasta permite valorar el grado de adecuación que pueden tener los productos producidos por los alfareros en relación con distintas funciones. Con esta finalidad, se suelen consignar una serie de variables muy concretas relacionadas con determinadas funciones potenciales de la cerámica. Este procedimiento permite identificar y evaluar aquellas variables o rasgos del producto final que pudieron tener un mayor peso cuando el artesano diseñó y fabricó el artefacto en vistas a satisfacer una función concreta (Bronitsky y Hamer 1986; Skibo *et al.* 1989; Schiffer 1990; Skibo y Schiffer 1987; Young y Stone 1990; Skibo 1992; West 1992; Hoard *et al.* 1995; Kilikoglou *et al.* 1998; Velde y Druc 1999; Carter 2002; Kililikoglou y Vekinis 2002; Tite 2002; Duistermaat 2007; Jordan *et al.* 2008; Hein *et al.* 2009; Müller *et al.* 2009; Albero 2010).

La aproximación conductual-funcionalista pretende definir los atributos funcionales de la cerámica a partir de modelos ideales y universales, contrastados experimental y etnográficamente, como una estrategia de análisis que permita abordar el grado de eficiencia de determinados productos en relación a funciones concretas. Esta estrategia permite apuntar, a su vez, aquellos rasgos tecnológicos de la cerámica que no se relacionan estrictamente con una eficiencia a nivel práctico o biológico y se vinculan más con otros aspectos de índole cultural que están implícitos en los procesos de fabricación, uso y deposición de los artefactos. Algunos autores de esta corriente (Schiffer y Skibo 1987), sugieren que las posibilidades interpretativas del registro cerámico en base a conceptos como la funcionalidad y la potencialidad de los productos subyacen en el desarrollo de unos principios metodológicos que permitan identificar qué parte de la variabilidad tecnológica de los artefactos puede atribuirse a su función biológica o práctica.

Ello supone abordar en qué medida las necesidades biológicas están implícitas en la conducta tecnológica que realiza el alfarero en vistas a optimizar su producto de acuerdo con sus posibilidades productivas. A menudo, este es el planteamiento que suele utilizarse de forma secundaria para tratar de establecer, a partir de la negación biológico-funcional de los rasgos de los artefactos, qué rasgos de la cerámica responden a criterios sociales y culturales.

En palabras de P. Prieto (1999: 82) *“Desde el análisis formal nos aproximamos a la funcionalidad práctica/utilitaria de los recipientes, y apoyándonos en el uso de analogías débiles vislumbramos que la dimensión no-material es muy significativa en los productos formales...comprobamos que ciertas elecciones técnicas son hechas específicamente para conseguir efectos no estrictamente prácticos”*.

b) Limitaciones.

Sin embargo, son múltiples las objeciones observadas hacia esta posición teórico-metodológica centrada en el análisis científico de las propiedades de los materiales como medio para interpretar los rasgos funcionales del registro. Por un lado, esta postura da una gran importancia a la conducta consciente de los artesanos en la producción de cerámica, sin embargo, aunque puedan establecerse ciertas conexiones en términos de eficiencia entre la utilización de materiales concretos y determinadas funciones, no puede asegurarse que los alfareros pudieran percibir y ser conscientes de

la compleja relación existente entre acciones, materiales y cualidades (Schiffer y Skibo 1987). Además, como veremos posteriormente, los individuos actúan también a partir de una serie de hábitos, conductas aprendidas como consecuencia de la interacción social y que suelen ser inconscientes e imperceptibles por parte de los individuos que las realizan. Los hábitos estarían, por tanto, en el polo opuesto de esta tendencia de claro componente conductual, donde los alfareros perciben y comprenden, actuando en consecuencia, aquellos fenómenos que rodean a su existencia.

Por otro lado, en esta corriente predominan, a menudo, puntos de vista evolucionistas y etnocentristas en los que se alude a un determinismo tecnológico donde la cultura material sólo puede fabricarse y utilizarse eficientemente de un modo concreto (Pfaffenberger 1992). Se trata, por tanto, de una aproximación estática y sujeta a normas físicas universales que poco tiene que ver con el dinamismo y la gran diversidad cultural existente en el mundo. Se ha criticado que esta tendencia de corte funcionalista utiliza, por regla general, una visión pasiva de los fenómenos no biológicos o prácticos de los objetos, que tienen un carácter residual en esta aproximación conductual (Dietler y Herbich 1998).

Como Dobres y Hoffman (1994) señalan este tipo de posturas acaban desembocando en un “*sonambulismo tecnológico*” donde la optimización técnica se convierte en la razón de ser de las conductas de los individuos. Este tipo de críticas al funcionalismo conductual inciden en el hecho que no se puede dejar de contemplar que las acciones y las intenciones del alfarero, tengan una finalidad utilitaria o no, se enmarcan también en el campo abstracto de las ideas y se realizan de acuerdo a una serie de necesidades sociales individuales y grupales. Como señala Livingstone-Smith (2000) esta postura presenta ciertos problemas puesto que parte de conceptos esencialmente teóricos, creados desde la ciencia actual, donde no se tienen en cuenta, a menudo, fenómenos extraídos de la propia realidad.

A la hora de realizar un estudio funcional de la cerámica hay que tener, por tanto, en cuenta a los propios productores y usuarios que fabricaron y utilizaron los productos. De esta manera, más allá de las ventajas funcionales de las cerámicas, que se manifiestan en contraposición con otras cerámicas, existen múltiples factores sociales, ideológicos y simbólicos que afectan a la demanda y, por extensión, a los rasgos de los artefactos. Estos factores participan y amplifican los procesos de retroalimentación que se producen entre las necesidades de los usuarios y la producción que ejecutan los artesanos de cerámicas con determinados atributos (Arnold 1985: 144).

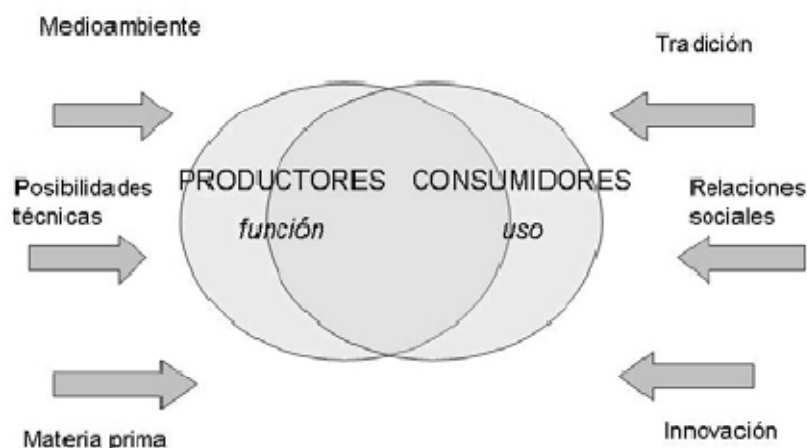


Figura 391. Esquema mostrando los factores que determinan los rasgos de los artefactos cerámicos en relación a los procesos de función y uso (Vidal 2008, Fig. 3).

Según lo comentado, y como señala M. Calvo (2002a), el estudio de la función de un útil debe situarse en un nivel superior de análisis y debe relacionarse, en última instancia y a la hora de interpretar los resultados, con otros muchos aspectos puesto que "*La función es un concepto abstracto, cargado de connotaciones culturales y sociales...*". No resulta viable entonces plantear una clasificación funcional universal que explique la totalidad de los rasgos de las cerámicas a partir del concepto occidental de "eficiencia tecnológica". Ello se debe a que no sólo influyen elementos formales en la función de los objetos, sino que en muchos casos, la funcionalidad depende de variables culturales y simbólicas. Este hecho, unido a la existencia de fenómenos de polifuncionalidad, redundancia, etc. en un mismo artefacto, hace inviable la posibilidad de establecer categorías tipológico-funcionales universales cerradas y estáticas.

Hay que ser muy prudentes en este aspecto, ya que hay consignar la funcionalidad múltiple que puede tener una misma vasija²⁴² (Calvo 2002a y 2007; Castro *et al.* 2003), y que una misma función puede estar representada por más de una forma (Miller 1985). Por otra parte, hay que aceptar, como se ha señalado antes, que hay una serie de características presentes en las vasijas que son irrelevantes en términos funcionales y que obedecen a pautas culturales del alfarero, a criterios estéticos o a condicionantes sociales (West 1992; Calvo 2002a y 2007).

²⁴² Por ejemplo, etnográficamente, entre grupos alfareros de Quinua (Perú), se documenta la utilización de una misma forma para múltiples actividades, contenidos o eventos (Arnold 1984).

La aceptación de estas premisas implica una concepción dinámica del objeto, en la que la cerámica no es un elemento aislado e inalterable sino que está localizada en un contexto espacio-temporal, en una cultura determinada y en un grupo humano específico. En definitiva, la cerámica refleja fenómenos muy complejos que no se relacionan sólo con condicionantes tecno-funcionales sino que sus rasgos están también determinados por condicionantes socioculturales, históricos, económicos, medioambientales, simbólicos y religiosos (Gosselain 1994; Prieto 1999; Vidal 2008a).

Por lo tanto, a la hora de establecer los parámetros que intervienen en el desarrollo del objeto, en su forma, pasta y función, tenemos que tener en cuenta que las cerámicas sólo pueden entenderse dentro del contexto tecnológico en el que han sido concebidas. Se trata, por tanto, de sistemas abiertos en los que, junto con los rasgos del propio objeto, deben contemplarse una multitud de factores exógenos que van a condicionar las formas, los materiales y el propio funcionamiento de los artefactos. En el caso de las cerámicas, especialmente las prehistóricas, los requerimientos técnico-funcionales pueden, en muchos casos, ser mínimos, sólo se requiere un artefacto que esté mínimamente modelado y cocido para que el producto pueda tener múltiples y variados usos. Este escaso requerimiento funcional ha dado lugar a que las formas y los materiales que constituyen este tipo de objetos no estén, a menudo, prioritariamente definidos por principios funcionales. Éstos suelen estar más determinados por otra serie de principios como los estéticos, culturales, sociales, económicos, simbólicos, geográficos, etc. (Pfaffenberger 1992; Gosselain 1994; Soltman 2001; Calvo 2002a).

Como se ha visto, las piezas deben estar más o menos adaptadas para ejercer su función pero los principios que rigen este parámetro, así como los rasgos de la cerámica, vienen marcados siempre por la tradición cultural del grupo. Este hecho hace que, en algunos casos, se constaten objetos totalmente diferentes destinados a una misma función, es decir, se han aplicado elecciones tecnológicas diferentes para satisfacer una misma necesidad. Sin embargo, ello no quiere decir que, ante una misma función, se pueda llegar a alcanzar cierta homogeneización en los objetos con independencia de su localización cultural, como propugna el evolucionismo lineal. En ocasiones, en la búsqueda de una adaptación formal eficiente del objeto en relación a su función, las soluciones potenciales pueden ser bastante limitadas. Ello puede conducir a una homogeneización de las elecciones tecnológicas, independientemente de la cultura, economía o sociedad del grupo que ha construido los artefactos.

c) **Recapitulación.**

Considerar la funcionalidad de las piezas partiendo de la morfometría de las vasijas y su relación con los procesos de producción puede resultar un factor determinante para comprender bajo qué parámetros se configuran la variabilidad de las pastas y de los gestos técnicos que observamos en el registro cerámico. Este tipo de aproximaciones resultan válidas para aproximarse a aspectos relacionados con los procesos de fabricación y la organización de la producción, como su grado de especialización y el nivel de cualificación de los alfareros.

Como señaló B. Mills (1989), la funcionalidad y el uso que se hace de los artefactos pueden afectar al modo en que éstos se fabrican. Las cerámicas se usan para actividades diversas que pueden desarrollarse en espacios o contextos distintos, afectando diferencialmente a la vida de uso de los artefactos y, por tanto, a su necesidad de reemplazo (Fig. 392) y al grado de variabilidad de la producción. Se constata etnográficamente, por un lado, cómo las cerámicas de servicio o las de cocina tienen un uso intenso y cotidiano y, por tanto, una corta esperanza de vida. Este tipo de piezas se fabrican más asiduamente, siendo más susceptibles de ser reproducibles. En esta situación de producción continuada las variaciones entre una pieza y otra en el tiempo suelen reducirse ya que la posibilidad de tener nuevas experiencias resulta menor. Por otro lado, cerámicas de gran tamaño, como las orzas de almacenamiento, que tienen una movilidad reducida y están situadas en espacios restringidos, suelen tener una larga vida de uso por lo que se fabrican menos asiduamente. Este tipo de vasijas tienen una mayor probabilidad de presentar variaciones entre sí puesto que pasa más tiempo hasta que vuelven a producirse, existiendo más posibilidades de que el alfarero tenga nuevas experiencias durante ese lapso temporal.

La vida de uso de las vasijas puede depender de las distintas funciones a las que se destina el artefacto y ello afecta en última instancia a la demanda que realizan los usuarios de determinados tipos, implicando, por tanto, a la producción que desarrollan los alfareros, que fabricarán aquellas piezas que demande la sociedad. Ello promueve que algunos tipos se fabriquen en el tiempo/espacio más que otros y que, por tanto, las acciones introducidas por los alfareros en el tiempo y el espacio sean diferenciales en distintos tipos cerámicos. La variabilidad en los artefactos puede depender de aspectos como la esperanza de vida de las vasijas, aspecto estrechamente relacionado con su función y con el tamaño, la forma y las pastas que presentan las cerámicas.

Table 4 Ethnographically documented examples of ceramic vessel uselife (years) by vessel class.

Ethnographic Group	Vessel Class			
	Cooking	Serving	Storage	Other (1)
Fulani (2)	2.6	2.7	12.5	4.2
Shipibo-Conibo (3)	1.1	0.25–0.47	1.5	0.75
Kalinga (4)				
Dangtalan	4.4	–	8.2	13.8
Dalupa	4.5	–	7.2	9.0
Tarahumara (5)	1–2	1–2	–	3–5
Central America				
Tzintzuntzan (6)	1–2.5	–	5.40	–
Chanal (7)	1.9	2.0	2.3	10.3
Aguacatenango (7)	1.1	0.8	1.2	3.0
San Mateo I. (8)	0.4–1.5	–	4.7	–

Figura 392. Tabla publicada por B. Mills (1989) en la que puede observarse el periodo de uso de vasijas asociadas a distintas funciones en varias comunidades etnográficas.

En definitiva, la función de las piezas puede condicionar múltiples aspectos o rasgos del producto final, que pueden comprender desde la forma, el tamaño o las pastas, hasta las estrategias de cocción, la coloración de la superficie, los tratamientos de superficie, los elementos decorativos, etc. Por ello, la funcionalidad de las piezas resulta un parámetro que puede intervenir de forma muy activa en los diversos procesos que conforman la fabricación de la cerámica. En muchos casos, la función y la tecnología de las cerámicas pueden estar estrechamente vinculadas con determinados tipos de contenidos y actividades. En arqueología es muy propio establecer que los contenedores cerámicos eran complementarios al producto que contenían. Por tanto, las firmas que realiza el productor sobre el artefacto no van sólo encaminadas a identificar las propias cerámicas sino también los productos que éstas contenían (Carreras y Nadal 2003).

Étnográficamente, se ha observado también como unas mismas formas y pastas pueden emplearse para manipular contenidos diferentes y realizar actividades distintas. En este tipo de situaciones se constatan otras soluciones, por ejemplo, el empleo de una fuerte oposición del color en las superficies de las vasijas como elemento diferenciador del contenido. Las piezas de una forma determinada, cocidas en atmósfera oxidante y con la superficie de color anaranjado o rojizo, sirven para un uso concreto, mientras, la misma forma cocida en ambiente reductor es utilizada para otro contenido explícitamente diferenciado (Barley 1994: 71; Sillar 2000).

Se observa, por tanto, como las estrategias de cocción empleadas pueden estar relacionadas también con la funcionalidad de las piezas. En este caso, la función de la pieza es la que determina la variabilidad de la atmósfera registrada al final de la cocción de las piezas. Esta diferenciación del contenido en formas muy similares puede realizarse también en base parámetros tipológicos, por ejemplo, se documentan sociedades que realizan cerámica a mano, como los Kabyles en el Magreb, que en sus formas globulares utilizan ángulos de inflexión de la forma a alturas distintas según la función que van a tener las piezas (Balfet 1984).

La funcionalidad de las piezas está, por tanto, estrechamente vinculada a aspectos como el tamaño y la forma, que a su vez se pueden relacionar con los distintos tipos de contenidos que introduce el usuario en su interior así como con los gestos técnicos que realiza el alfarero durante la manufactura. En el proceso de producción la funcionalidad de los artefactos puede revertir en los materiales arcillosos seleccionados, en la forma de preparar las pastas y modelar las piezas, en la aplicación de determinados tratamientos de superficie y determinadas estrategias de cocción, etc. En última instancia, todas estas variables combinadas tendrán como consecuencia la obtención de una cultura material con unas cualidades específicas.

En este sentido, y a pesar de sus limitaciones, aproximaciones conductuales pueden ayudarnos a profundizar en la complejidad de los fenómenos que subyacen tras la cultura material cerámica. Como se documenta en varios estudios etnográficos (Arnold 1985; Varela 1990; Gosselain *et al.* 1996; Arnold 2000; Albero y Puerta 2009), resulta un hecho contrastado que los alfareros de muchas sociedades realizan conductas diferenciadas ligadas a la fabricación de artefactos cerámicos destinados a distintas funciones. Por tanto, a pesar de las restricciones teóricas, el estudio de la funcionalidad de las piezas representa una herramienta interpretativa que puede ayudar, al menos en algunos casos, a entender por qué los alfareros fabricaron sus cerámicas de una determinada manera, a establecer la significación de los artefactos en la sociedad y a entender ciertos patrones de deposición que realizan los usuarios. Este tipo de aproximaciones proporcionan, por regla general, un extenso *corpus* de datos y la obtención de una serie de hipótesis que adquieren cierta validez cuando son reformuladas dentro de unos contextos de uso determinados, es decir, los de la sociedad en la que funcionó el artefacto. También cuando se contraponen con los datos obtenidos del estudio del uso específico de las piezas a partir de otras estrategias de análisis ya comentadas.

Aunque esta aproximación presenta ciertos problemas, confiamos en que la futura conjunción de estudios de morfo-potencialidad y tecnofuncionalidad en las vasijas, con la realización de series experimentales y el análisis de contenidos orgánicos, proporcione evidencias suficientes para abordar fenómenos más profundos acerca de la funcionalidad, el uso de los materiales y los espacios. Ello implica necesariamente la implementación de todos los resultados obtenidos de estos estudios con un análisis del contexto en toda su complejidad²⁴³ que permita observar la relación y el alcance existente entre estos fenómenos.

A la larga, esta estrategia debería permitir conocer cómo los seres humanos de una determinada sociedad establecen una relación entre espacios y recursos bióticos y abióticos a través de tradiciones culinarias²⁴⁴ y modos de preparación y gestión de alimentos, patrones de consumo y deposición. En definitiva, los datos aportados por este tipo de estudios y desde esta postura suponen un primer paso hacia estrategias encaminadas a conocer la complejidad subyacente de la interrelación de la totalidad del registro material a nivel funcional.

De todos modos, se debe señalar también que este tipo de estudios conductuales basados en las características de los materiales presentan varios puntos problemáticos en el estudio de la funcionalidad de cerámicas producidas en contextos domésticos por varias razones:

a) Hay que ser conscientes de que el estudio tecnofuncional del registro cerámico fundamentado en el análisis arqueométrico de las pastas cerámicas no supone, *a priori* y en determinados tipos de producciones, la estrategia más adecuada para abordar la funcionalidad de las piezas prehistóricas. Este tipo de aproximaciones suele dar resultados que operan en términos de negación de determinadas capacidades funcionales más que promover un acercamiento sólido y robusto a las funciones concretas con las que pudieron estar relacionadas las vasijas.

²⁴³ Es decir contemplando múltiples asociaciones entre materiales bióticos y abióticos: espacios, alimentos, fauna, especies vegetales, cerámica, metales, estructuras arquitectónicas, etc.

²⁴⁴ El estudio funcional de las cerámicas puede proporcionar incluso, de manera indirecta, información sobre técnicas de preparación de alimentos y gustos culinarios (Fernández Navarro 2008; Albero y Puerta 2009). Determinadas cerámicas, pastas y formas se relacionan con diferentes técnicas culinarias o con recipientes que proporcionan un sabor característico a los alimentos cocinados en ellos, por su capacidad de absorber sustancias orgánicas en sus paredes y retener así el sabor (Skibo 1992; Barley 1994: 76).

Para realizar este último tipo de aproximaciones resulta más conveniente y acertado realizar un análisis exhaustivo y profundo del contexto en el que se halla inmerso, y con el que interactúa, el registro cerámico. También resultan más convincentes las conclusiones que se obtienen mediante otras estrategias de análisis como los análisis de residuos orgánicos asociados a las cerámicas, mucho más fructíferos para abordar este tipo de cuestiones.

b) Una aproximación tecnofuncional de las pastas cerámicas para abordar la funcionalidad de las vasijas puede resultar mucho más acertada y plausible en producciones cerámicas realizadas a torno, con un marcado carácter seriado e industrial y, normalmente, con una clara orientación comercial, en la que procesos de especialización de los productos realizados según el uso al que van destinados suelen ser predominantes a la hora de confeccionar las piezas. Precisamente, la teoría funcionalista-conductual (*Science-based material approach*) se muestra en sus orígenes estrechamente interrelacionada con el estudio de este tipo de producciones. En cambio, en contextos de producción domésticos, como se ha documentado²⁴⁵ arqueológicamente y etnográficamente (p.e. en el noreste de Ghana), este tipo de especialización funcional en la confección de cerámica suele ser inexistente o bien se reduce a producciones muy determinadas, como pueden ser las vasijas horno (Cortés 2009). En estas sociedades, los procesos de producción suelen estar más condicionados por fenómenos como la multiplicidad, la polifuncionalidad, la falta de especialización y la redundancia funcional. En estos últimos casos, una aproximación tecnofuncional permite cuestionar la existencia de correlaciones entre la forma y la pasta con el objetivo de demostrar, en base a datos concretos y no mediante la mera suposición o generalización empírica, que fenómenos funcionales son los que predominan y rigen la producción de vasijas. Ello permite descartar objetivamente la existencia de conductas especializadas en la realización de los productos encaminadas hacia una optimización funcional de los mismos.

²⁴⁵ Se puede consultar, entre otros, Gasull y Lull 1984; Heidke y Miksa 2000; Spataro 2002; Ortega *et al.* 2005; Spataro 2006; Clop 2007; Kretier *et al.* 2007; Gliozzo *et al.* 2008; Odriozola *et al.* 2009a, b; Jorge *et al.* 2009; Gherdán y Horváth 2009.

c) Independientemente de la existencia o la ausencia de una correlación positiva entre pastas, formas y funcionalidad, la información obtenida a través de este análisis resulta relevante una vez se han desarrollado otras estrategias de análisis funcional más fructíferas, como puedan ser los análisis de residuos orgánicos o el estudio profundo del contexto de deposición de las piezas y de toda la cultura material asociada a dichos espacios. Alcanzado este punto en la investigación, y estando ya planteado el uso concreto de las vasijas de forma más consistente, el análisis de la tecnofuncionalidad de las piezas y sus pastas es retroactivo. Posibilita la apertura de nuevas vías interpretativas en el estudio de la cultura material y de la sociedad que la creó. En definitiva, aunque los resultados tecnofuncionales que pueden obtenerse del análisis arqueométrico de pastas son parciales y limitados, éstos son importantes en un posterior estudio más profundo de la función y de los procesos productivos.

25.6.3. Adecuación y grado de correlación entre pastas y tipos: exploración a la adaptación funcional.

El estudio tecnológico conjunto de las pastas y la tipología de las piezas está estrechamente ligado al concepto de elección tecnológica y a la fabricación de artefactos con determinadas cualidades y propiedades físicas. Desde el momento en que cada tecnología posee una serie de prioridades y preferencias reflejadas en las características de manufactura de los artefactos, puede abordarse las elecciones tecnológicas en relación a un determinado estilo y modo de vida y, por tanto, en relación a determinadas actividades (Capel *et al.* 1982; Schiffer y Skibo 1987; Hally 1986; Tite *et al.* 2001; Spataro 2002: 40; Castro *et al.* 2003; Sánchez y Aranda 2005).

La necesidad de iniciar este tipo de estrategias de análisis en la clasificación y el estudio de la cerámica prehistórica de las Islas Baleares ya había sido señalada por algunos autores *“Debemos establecer secuencias tipológicas en función de otros rasgos formales además de la forma básica como la presencia/ ausencia de decoración o elementos de prensión, la apertura de la boca, los elementos basales...además de elementos “extra-tipológicos” como las propiedades físicas de la pasta, la morfología, y otros datos que puedan informar acerca de la funcionalidad de la pieza.”* (García Rosselló y Quintana 2003: 292).

Análisis conjunto de pasta y tipología

Ambos autores ya definieron los criterios básicos que debe seguir la investigación de la funcionalidad de las piezas. Éstos suponen las premisas que se han utilizado en el estudio desarrollado:

a) Estudio comparativo de materiales que presenten características morfométricas similares permitiendo, por tanto, establecer clasificaciones de piezas que respondan a criterios funcionales similares.

b) Estudio de materiales que presenten unas propiedades similares de la pasta. Esto permitirá estudiar vasijas elaboradas a partir de unas soluciones tecnológicas concretas aspecto que, como se ha señalado, puede ir ligado a una lógica funcional.

c) Estudio de materiales procedentes de yacimientos con una función establecida y una cronología precisa pertenecientes, además, a un mismo horizonte cronológico. Este aspecto permite realizar análisis comparativos y contextuales de los artefactos a nivel sincrónico y en términos funcionales permitiendo, además, emprender un mayor grado de complejidad de los fenómenos funcionales al incluir como variable al propio espacio de actividad.

d) Estudio de materiales con un contexto estratigráfico claro. Ello se realiza con el fin de evitar utilizar elementos de análisis distorsionados por la introducción de individuos cerámicos mal adscritos y procedentes de cronologías y grupos culturales diferentes.

e) Estudio de formas con perfil completo o significativo con el fin de no establecer secuencias tipológicas e interpretaciones a partir de materiales muy fragmentados. Cuanto más completa estén las piezas más información funcional contendrán las mismas.

Así pues, el análisis de producción cerámica en base a la implementación de los estudios de pastas y los de tipos cerámicos se concentra en la identificación de posibles comportamientos funcionales que pueden estar estrechamente relacionados con la función considerada a la hora de fabricar la pieza.

El objetivo de este apartado consiste en evaluar las conclusiones obtenidas del análisis tecnológico poniendo énfasis en si las soluciones observadas en el proceso de fabricación de pastas y tipos cerámicos pueden estar relacionadas con un comportamiento funcional más o menos específico a la hora de producir las piezas. Es decir, si existen conductas o pautas capaces de generar pastas que, junto con la tipología, permitan obtener piezas más eficientes para realizar determinadas actividades.

El gráfico bivariado realizado a partir de un *Análisis de Componentes Principales* con las principales variables diagnósticas, utilizadas para establecer la adaptación funcional de las pastas, ha indicado que las soluciones tecnológicas que los alfareros han seguido tienen escasa correspondencia a nivel tipológico. Existe una amplia variabilidad de pastas dentro de los tipos de una misma familia y, también, dentro de un mismo tipo, lo que evidencia que no existió una conducta especializada encaminada a realizar tipos con pastas con unas cualidades bien determinadas más allá del tamaño y la forma. No se consideran los parámetros físicos de las pastas en un sentido de especialización funcional y, como se ha explicado anteriormente, las cualidades de las pastas parecen obedecer más a determinadas estrategias de producción y a necesidades ligadas con el proceso de fabricación de las vasijas, como su tamaño, que a una estrategia estrictamente funcional. En los que se refiere a la funcionalidad en las pastas parecen preponderar fenómenos de redundancia, polifuncionalidad, multiplicidad y falta de especialización.

Como puede observarse, el Componente 1 explica el 56,5% de la varianza con unas contribuciones altas ($>.7$) de las variables % calcita, % CaO y % de mineral que presentan una correlación positiva y, probablemente, indica la adición de carbonatos a la pasta. En este mismo componente, se observa una correlación negativa entre las variables señaladas y el porcentaje de materia vegetal (-.585) y de cuarzo (-.842). El Componente 2 explica un 20,1% de la varianza, llegando ambos componentes a una varianza acumulada de 76.6%. En este componente, la variable claramente predominante sobre el resto es el % de Fe_2O_3 , con una correlación superior al .7. El resto de las variables de este componente presentan correlaciones con unos valores poco significativos. Se observa también cierta correspondencia entre pastas ricas en hierro y vegetal. Aquellas pastas ricas en Fe_2O_3 suelen serlo también en lo que al contenido de materia orgánica se refiere.

Análisis conjunto de pasta y tipología

En definitiva, los componentes 1 y 2 explican cerca del 77% de la varianza de los datos, serán, por tanto, estos dos primeros componentes los que muestren una mejor distribución de los datos. Si contemplamos los componentes 1 y 2 en relación a distintas variables agrupativas de evidente carácter funcional, como *Familia* y *Tipo*, se observa claramente que las piezas no ofrecen agrupaciones y ordenaciones significativas que se asocien a posibles categorías tipológico-funcionales, definidas a partir del tipo de pasta (Fig. 394 y 395).

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3,391	56,510	56,510
2	1,208	20,129	76,638
3	,817	13,609	90,247
4	,421	7,021	97,268
5	,096	1,608	98,876
6	,067	1,124	100,000

	1	2
% Fe ₂ O ₃	-,439	,733
% Calcita	,870	,428
% CaO	,918	-,055
% Mineral	,740	-,200
% Vegetal	-,585	,451
% Cuarzo	-,842	-,490

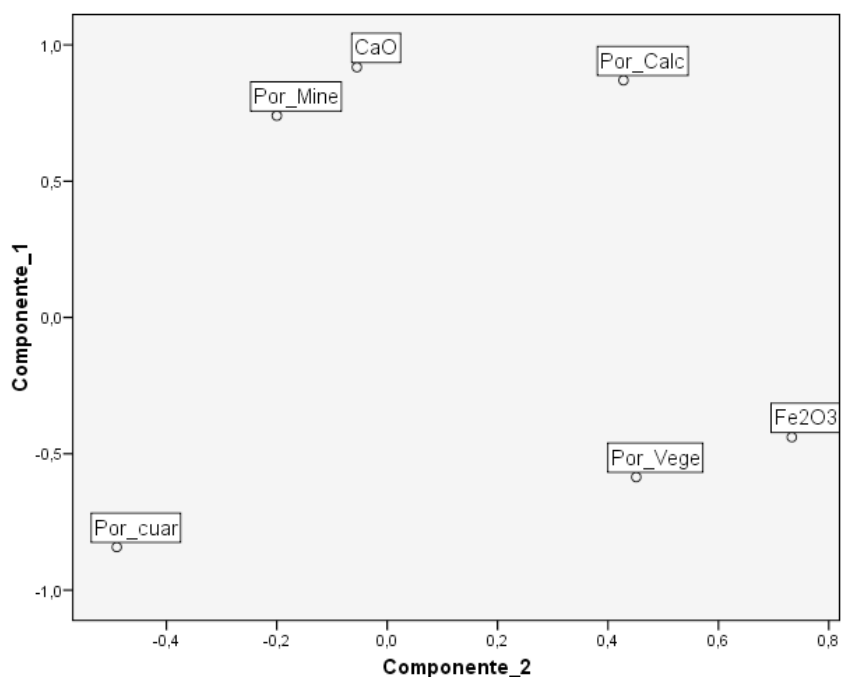


Figura 393. Dispersión de las variables contempladas en el análisis ACP en el primer y segundo componente.

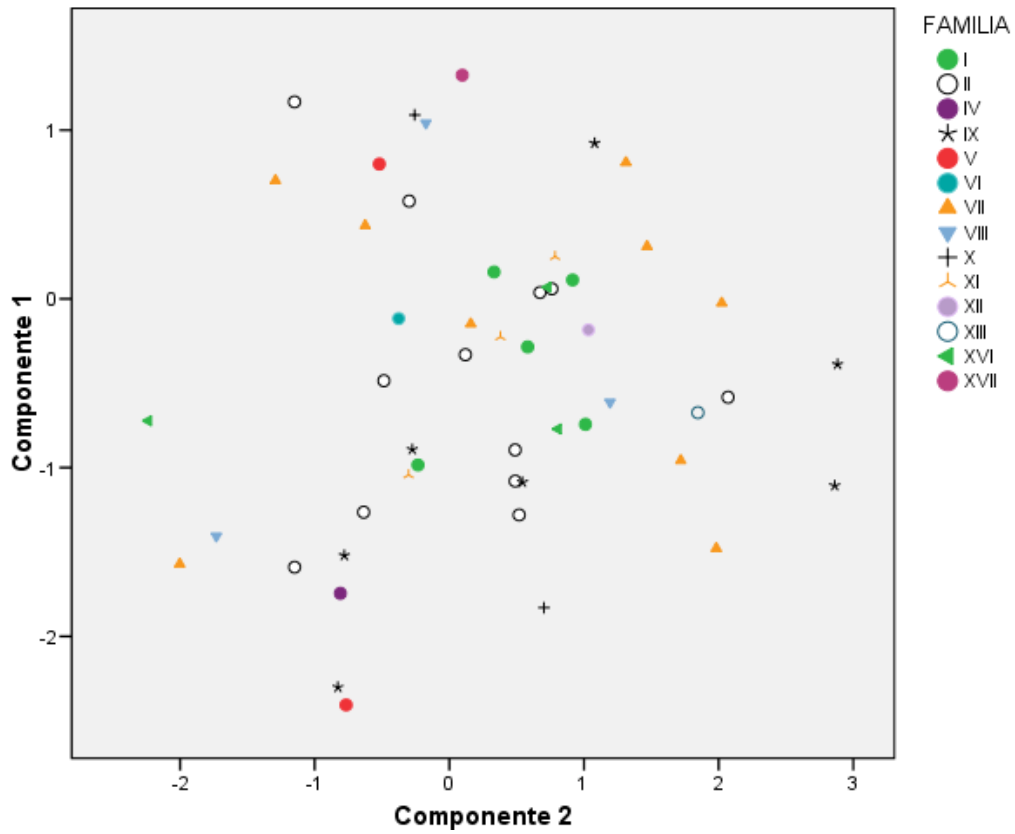


Figura 394. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas cerámicas según las puntuaciones obtenidas en el primer y segundo componente en el análisis ACP y agrupadas de forma desorganizada en base a la variable Familia.

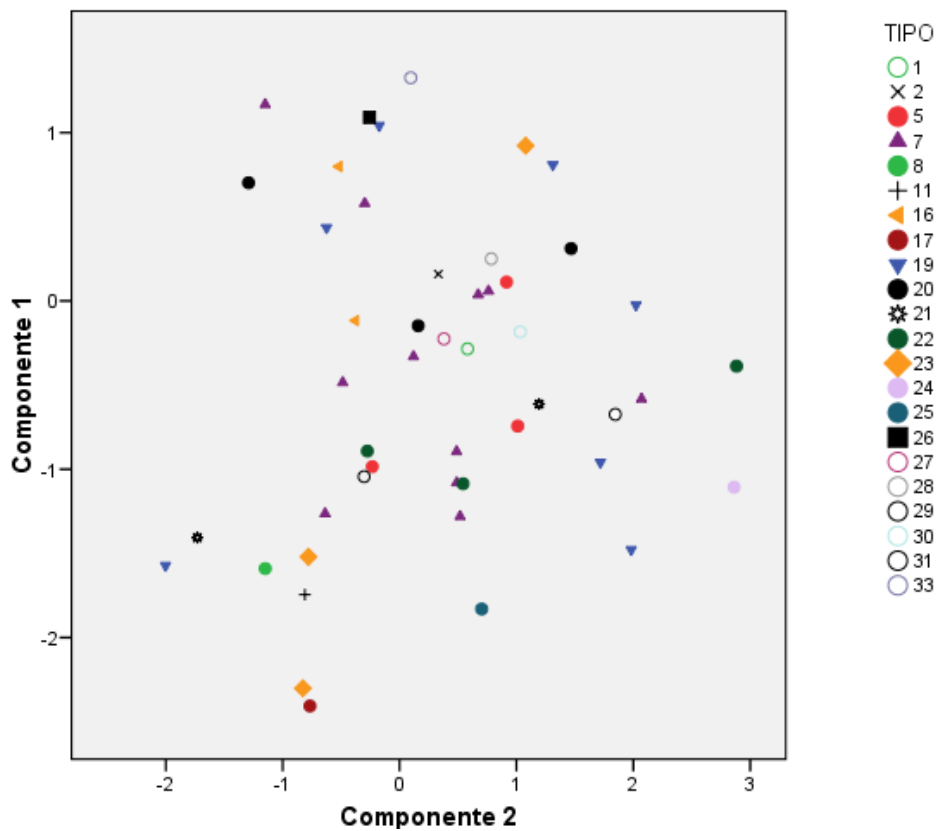


Figura 395. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas cerámicas según las puntuaciones obtenidas en el primer y segundo componente en el análisis ACP y agrupadas de forma desorganizada en la variable Tipo.

Ya se ha señalado que la dispersión de las muestras parece obedecer más a diferentes formas de producir las cerámicas que no a una especialización tecnofuncional de las piezas. En cambio, tendencias más claras pueden observarse en las pastas de las piezas en función de la cronología y del contexto de deposición de las piezas, aspectos que están estrechamente interrelacionados (Fig. 396-398). Por una parte, la amplia mayoría de piezas que se sitúan en la franja 1500-500 BC han presentado un gran solapamiento entre sí, sin poder observarse una distribución diferenciada en función del tipo de contexto al que se adscriben las vasijas ni a la cronología. Se trata de piezas de variada tipología y cronología halladas en diferentes contextos de deposición que presentan pastas muy similares. Dentro de este grupo se incorpora también un grupo importante de piezas del siglo IV BC del *Puig de Sa Morisca*. En estas cerámicas no existe una adecuación funcional de las pastas ya que tipos muy diferentes en su forma y tamaño presentan pastas muy semejantes. Tampoco el contexto parece determinar los rasgos de las pastas cerámicas ya que, en este grupo, se detecta cerámica procedente de una estructura navetiforme, de un punto estratégico y de hábitat como *Puig de Sa Morisca*, de un hipogeo de enterramiento, de un área ritual de un turriforme, etc. Como se comentará en capítulos posteriores esta coincidencia en los rasgos de pastas asociadas a diferentes contextos y cronologías podría relacionarse con formas semejantes de organizar la producción, los procesos de aprendizaje, así como en los modos de entender y conceptualizar el universo cerámico.

Por otra parte, se observan una serie de agrupaciones, más o menos evidentes, que indican que existe una clara vinculación entre algunas pastas, cronologías y contextos. De este modo, hay que hacer referencia a las piezas del Bronce Antiguo de *Closos de Can Gaià* claramente agrupadas. Dentro de las piezas del Postalayótico (500-50 BC), hay que señalar las del Ámbito Funerario de *Son Ferrer* en su primera fase (500-250 BC), a un grupo diferenciado de piezas del siglo IV BC de *Puig de Sa Morisca* y a las muestras tardías (250-50 BC) del *Turó de les Abelles* que, aunque muestran una gran dispersión, monopolizan el cuadrante inferior-derecho del gráfico. En todos estos casos se documentan diferentes formas de hacer la cerámica que no se corresponden con aspectos funcionales sino más bien con la cronología y los asentamientos en los que se deposita la cerámica.

En estos casos tampoco se observa una clara adaptación funcional de las piezas más allá del contexto y el momento en el que se fabricaron las vasijas. Piezas muy parecidas en tamaño y forma de estos periodos se han fabricado siguiendo cadenas operativas técnicas muy diferentes.

Podemos concluir que las pastas de los distintos periodos analizados no obedecen claramente a ningún criterio funcional sino más bien a parámetros cronoculturales y contextuales. Este aspecto confirma, en nuestro caso y como ya han señalado algunos autores (Pfaffenberger 1992), que interpretar los rasgos de los artefactos de sociedades pasadas en base a criterios funcionalistas occidentalistas, donde predomina una visión práctica de los artefactos y de optimización tecnofuncional, no suele dar buenos resultados a la hora de abordar la significación de la cultura material. Al menos en nuestro caso, la especialización funcional de las pastas parece no ser el aspecto más relevante a la hora de fabricar las vasijas. Todo indica que el panorama resulta mucho más complejo y que las características de las pastas parecen corresponderse más con diferentes formas de producir la cerámica en relación a diversos contextos espaciales y temporales.

Debemos considerar entonces que otros parámetros pueden determinar los rasgos que se observan en el registro cerámico. Se constatan casos donde, al igual que sucede en el registro cerámico analizado situado entre 1500-500 BC, pastas y fábricas composicionalmente muy parecidas se han utilizado para fabricar todo tipo de cerámicas y donde las diferencias entre tipos se producen básicamente a nivel textural. Este fenómeno resulta habitual en cerámicas arqueológicas²⁴⁶ y en aquella producida en comunidades etnográficas²⁴⁷, donde tipologías diferentes han sido realizadas con pastas idénticas a nivel químico, mineralógico e incluso textural. Parte de la bibliografía citada también recoge cómo puede darse el caso de un comportamiento opuesto, como sucede en el registro analizado posterior a 500 BC, de piezas tipológicamente muy semejantes pero que se han fabricado con pastas diferentes.

²⁴⁶ Puede consultarse Gasull y Lull 1984; Heidke y Miksa 2000; Spataro 2002; Ortega *et al.* 2005; Spataro 2006; Clop 2007; Kretier *et al.* 2007; Gliozzo *et al.* 2008; Odriozola *et al.* 2009a y b; Jorge *et al.* 2009; Gherdán y Horváth 2009.

²⁴⁷ Se documentan alfareros, como los de Ancash (Perú), que reconocen usar la misma pasta para todo tipo de artefactos. En estas producciones, sólo cambia el grado de preparación de la pasta y la textura más o menos fina o gruesa de la misma (Druc 1996). También alfareros de Faro (Camerún) no realizan una adecuación funcional de las piezas y pastas que fabrican (Livingstone-Smith 2000). Las comunidades Tuxtla (Méjico) utilizan diferentes materias primas pero las procesan de tal modo que el resultado final son texturas gruesas para todas las formas en toda la región (Pool 2000).

Análisis conjunto de pasta y tipología

En ambas situaciones, al igual que sucede en nuestro estudio, existe escasa correlación entre tipología, pastas y funcionalidad. En producciones como éstas, en las que no se observa una adecuación a nivel tipológico-funcional en las pastas cerámicas, se supone que influyen de forma más decisiva en la significación de los rasgos del producto otras variables ambientales, culturales y sociales relacionadas con el modo de organizar y conceptualizar la producción (West 1992: 143; Livingstone-Smith 2000; Albero 2008). Como ha señalado Gosselain *et al.* (1996: 11) existen múltiples evidencias “...to demonstrate the critical role of non-functional concerns in clay selection and processing by comparing the granulometry and plasticity of raw and processed materials used by potters...Technical diversity can best be explained in cultural rather than functional terms.”

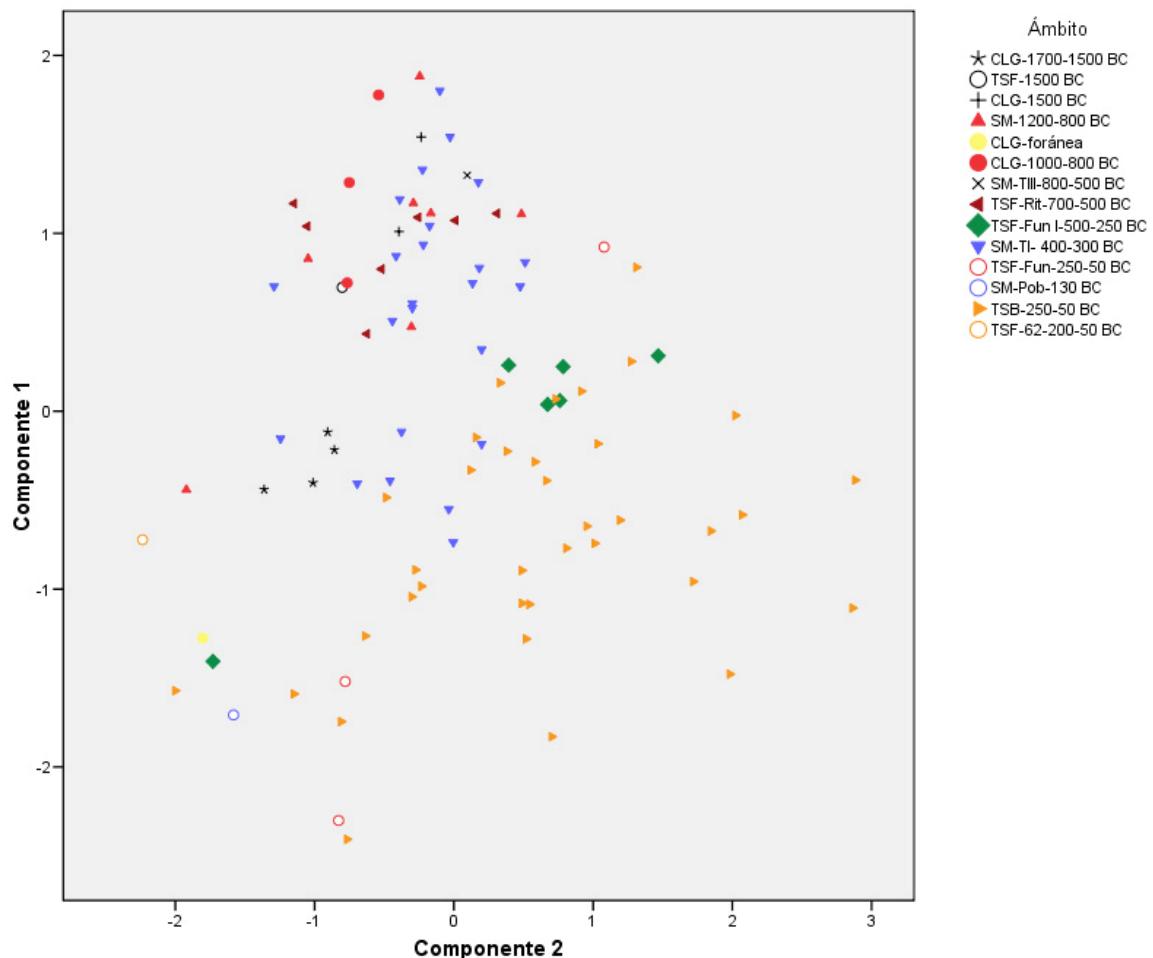


Figura 396. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas cerámicas según puntuaciones obtenidas en el análisis ACP en el primer y segundo componente y relativamente agrupadas según el yacimiento, el ámbito del mismo al que se adscriben y la cronología.

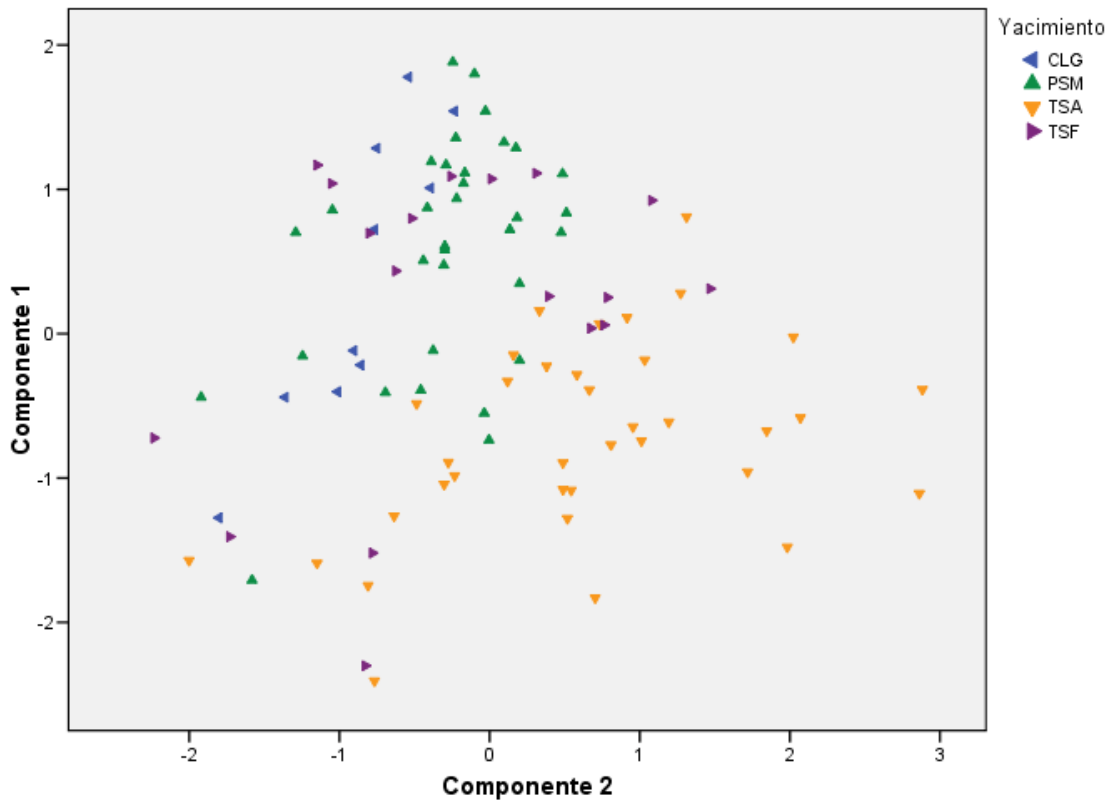


Figura 397. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas cerámicas según las puntuaciones obtenidas en el análisis ACP en el primer y segundo componente y relativamente agrupadas según el yacimiento.

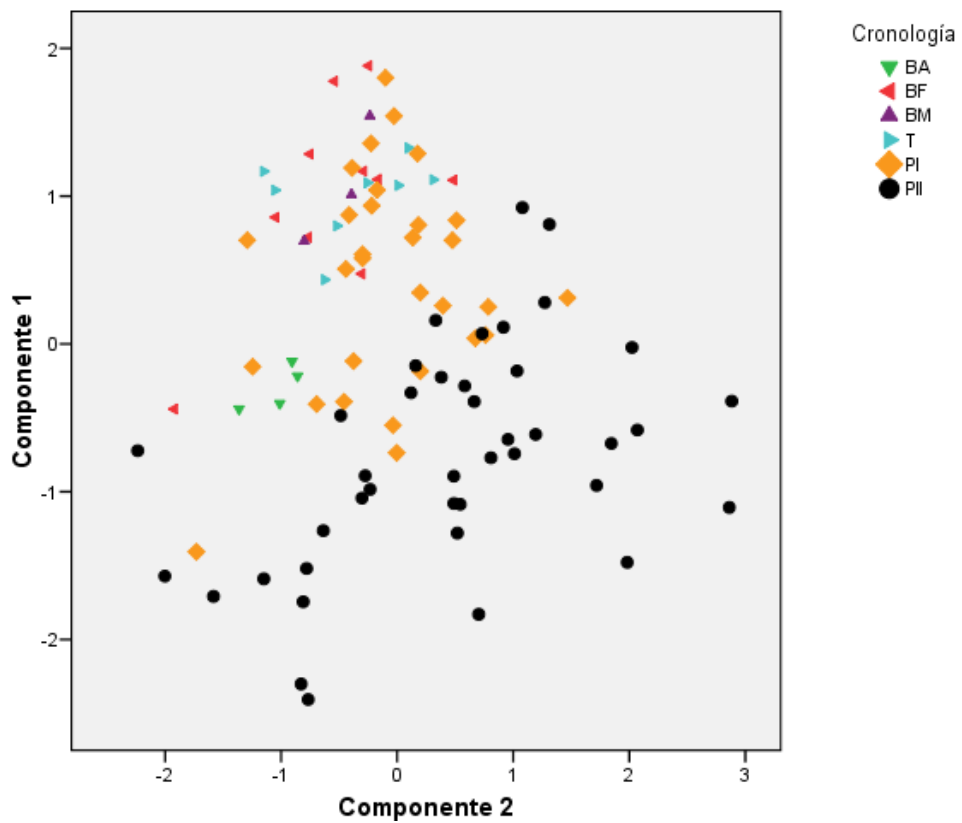


Figura 398. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas cerámicas según puntuaciones obtenidas en el análisis ACP en el primer y segundo componente y agrupadas de forma relativamente organizada en la variable cronología.

25.6.4. Urnas funerarias de enterramiento: establecimiento de un grupo funcional.

La funcionalidad de las piezas cerámicas se enmarca siempre dentro de un determinado contexto. De esta manera, los análisis asociativos y comparativos que hacen referencia a la cantidad y los tipos cerámicos presentes, junto con otros materiales²⁴⁸, en una misma unidad estratigráfica y en otras unidades del yacimiento pueden proporcionar información sobre la funcionalidad del área y, por tanto, de la cerámica allí ubicada. Del mismo modo, el estudio de la funcionalidad y las cualidades de las cerámicas colabora a su vez en la determinación de áreas, dentro de los asentamientos, donde se han desarrollado actividades concretas. En el caso de producirse un uso simbólico de las vasijas, su análisis funcional sólo podrá realizarse a partir de la consideración del contexto y su comparación con el registro de otros ámbitos del yacimiento o de otros asentamientos del territorio. En este sentido, es importante contemplar los análisis que se efectúan sobre la funcionalidad de las cerámicas dentro de un marco contextual. Los rasgos funcionales de los artefactos, así como de los espacios donde éstos se encuentran, están estrechamente interrelacionados por lo que su estudio conjunto potencia las conclusiones obtenidas desde ambas perspectivas (Capel *et al.* 1982; Dueñas *et al.* 1986; Mills 1989; Sullivan 1989; Christakis 1999; Tite *et al.* 2001; Calvo 2002b; Castro *et al.* 2003: 280; Stilborg 2003; Calvo *et al.* 2004: 38-39; Clark 2007; De la Fuente 2007).

Dentro de una posible funcionalidad de contenedor de sólidos se debe contemplar también a las propias personas, de este modo, ha podido establecerse contextualmente la utilización de algunas piezas (Fig. 400) para dar sepultura a individuos infantiles durante época postalayótica en el turriforme escalonado de *Son Ferrer*. Este uso de las piezas pudo observarse durante la excavación del yacimiento (Garcías y Gloaguen 2004) (Fig. 399) y fue constatado por los estudios antropológicos realizados posteriormente (Alensan y Malgosa 2005). Dentro de este uso y contexto concreto se sitúan varios tipos, algunos de ellos específicos de esta función, como los tipos 21 (excepto TSB-5/20), 22 (sólo TSF-244), 23, 27 (excepto el Subtipo 27.2) y 28.

²⁴⁸ No hay que olvidar que la utilización de cerámica pudo combinarse con recipientes u otros instrumentos realizados en madera, cuero o piel (Mannoni 2007) como los observados en las menorquinas *Cova des Carritx*, *Cova des Pas* o en *La Punta* en Mallorca que copian prototipos cerámicos (Lull *et al.* 1999; Fullola *et al.* 2007; Guerrero *et al.* 2007c).

Este tipo de vasijas de uso funerario presentan una alta variabilidad formal y decorativa. Respecto a la tipología, no puede establecerse claramente su asociación exclusiva a contextos asociados rituales de enterramiento ya que se constata su presencia en yacimientos de habitación como *Son Fornés*, *Puig de Sa Morisca* o *Turó de Ses Abelles* (García Rosselló *et al.* inédito). Son artefactos ligeramente cerrados y más o menos esbeltos que presentan una factura, tanto de la forma como de la pasta, que, por lo general, es mala o regular. Estos contenedores se asocian, en muchos de sus rasgos tecnológicos, a los observados en los contenedores del *Turó de les Abelles*. Ello podría indicar que, tal vez, se han adoptado modelos productivos propios de piezas de contextos no funerarios para piezas de uso funerario. En este caso, resulta también interesante plantear si las piezas de esta funcionalidad se han realizado *ex profeso* para contener individuos o bien se han amortizado de contextos domésticos; más adelante se retomará esta cuestión. En todo caso, se trata de piezas mal confeccionadas, muy variables en sus pastas donde, al igual que sucede en las urnas del *Turó de les Abelles*, se han podido distinguir dos tendencias claras que podrían responder a las necesidades de fabricación de las piezas.



Figura 399. Imagen de la pieza TSF-244 con restos de huesos asociados a individuos infantiles en el momento de su excavación (Fotografía: Laboratorio de Prehistoria UIB).

Éstas son piezas de gran volumen y capacidad que se plasma en los valores de los índices altura/Ø máximo, que es por regla general >1 . Ello indica que se trata de piezas poco esbeltas diseñadas para contener mayores cantidades de productos. En el caso de cerámicas con unos rasgos potenciales de almacenaje y gestión de productos sólidos se ha considerado como indicador aquellas piezas con bocas más anchas respecto al diámetro máximo, lo que habría favorecido el acceso y la manipulación del contenido. En este caso, un índice $\text{Ø boca}/\text{Ø máximo} > 0.6$ resulta representativo de piezas con bocas anchas cercanas al diámetro máximo (Castro *et al.* 2003: 282). También se ha empleado un índice $\text{Ø boca}/\text{altura} \geq 0.52$ como indicador de piezas poco profundas y con la boca ancha. Finalmente, un índice $\text{Ø cuello}/\text{Ø boca} > 0.8$ nos indica que estas piezas no presentan un estrangulamiento del cuello acusado respecto a la boca. Estas tres variables remiten a la accesibilidad del contenido que se almacena en las piezas, que será de más difícil acceso cuanto más esbeltas sean las piezas y más estrechas sean las bocas y los cuellos. En lo que se refiere a las cerámicas comprendidas dentro de esta función, la presencia de bocas más abiertas respecto a la altura favorecería la manipulación y el acceso a contenidos de tipo sólido o semilíquido.

Por un lado, se documentan urnas de menor tamaño asociadas a los Tipos 21, 22 y 23 (excepto TSF-236) que muestran una pasta que oscila entre poco calcárea y muy calcárea pero que coinciden en presentar pastas muy finas con escaso desgrasante mineral que se ve compensado con porcentajes medios, altos y muy altos de porcentaje vegetal. Ello contribuye a dos cosas, por una parte aumenta la porosidad de la pasta lo que provoca que la pieza sea más ligera y fácil de transportar. Por otra parte, la utilización de pocos anti-plásticos minerales provoca la obtención de piezas con múltiples defectos y deformaciones de la forma básica.

La cocción de estas piezas se muestra de muy mala calidad, a muy baja temperatura y con una escasa duración, como denota la presencia de abundante materia orgánica grafitizada y las secciones muy reducidas. En todo caso, la tecnofunción constatada evidencia que estas piezas no presentan pastas potencialmente aptas para ser expuestas al fuego, sino que fueron contenedores con una corta esperanza de vida, altamente susceptibles a los procesos abrasivos y diseñados, tal vez, para tener un sólo uso. Este aspecto explicaría la escasa calidad de las pastas ya que, dada la función de las cerámicas, no resultaría necesario dedicar demasiado esfuerzo en preparar pastas de calidad ya que el uso que se da a las cerámicas va a condicionar, necesariamente, un alto índice reemplazo, por cada enterramiento se confecciona una vasija.

Por otro lado, se documentan urnas de mayor tamaño asociadas a los Tipos 27, 28 y a la pieza TSF-236 del Tipo 23. Son piezas que se caracterizan por presentar pastas medias o gruesas, más ricas en desgrasante mineral y con un componente calcáreo o muy calcáreo de la pasta. A pesar de tener más mineral, las piezas siguen presentando una cantidad alta o muy alta de desgrasante vegetal por lo que el nivel de porosidad observado en el grupo anterior se mantiene en estas vasijas. Podemos señalar para estas piezas tan sólo una pasta un poco más consistente que la anterior, que habría permitido modelar piezas más grandes y habría minimizado los defectos en la forma básica generados durante las fases de secado y cocción de las vasijas. En todo caso, las pastas se muestran mal confeccionadas, con el tamaño de desgrasante triturado en una fracción poco homogénea y con una ordenación en la matriz muy pobre que provoca piezas muy heterogéneas, con distribuciones desiguales de ambos tipos de desgrasantes en la matriz.

Se trata de piezas poco especializadas funcionalmente que habrían resultado útiles como contenedores de sólidos aunque, al igual que en el caso anterior, exigiendo de un alto nivel de reemplazo y presentando una corta vida de uso. En ambos casos, los rasgos de los productos sugieren la presencia de un perfil de artesano poco especializado.





Figura 400. Fotografías de piezas del turriforme escalonado de *Son Ferrer* utilizadas como contenedores de enterramiento infantil. A) TSF-244 B) TSF-237 C) TSF-352 D) TSF-353 E) TSF-240 (Fotografías: J. García Rosselló).

25.6.5. Recapitulación final.

El primer aspecto que se puede concluir tras considerar la adaptación tecnofuncional de las pastas de las piezas con la tipología es que no existe, más allá de unas tendencias muy generales, una clara especialización de los alfareros a la hora de fabricar pastas más eficientes asociadas a vasijas que, por sus rasgos morfométricos, pudieron a tener una función específica.

Los resultados obtenidos parecen indicar que el registro cerámico analizado responde más a fenómenos de multiplicidad, falta de especialización, redundancia y polifuncionalidad. También, hay que señalar que los rasgos de las distintas producciones, las pastas y las tipologías establecidas se sitúan en planos espaciales y temporales diversos, por lo que se debe profundizar principalmente en estos últimos aspectos más que en aspectos prácticos y funcionalistas para poder entender las características técnicas de las cerámicas.

En lo que se refiere a diferencias tecnofuncionales dentro del propio registro de época Talayótica y Postalayótica, se puede señalar que muchos tipos de diferente forma y tamaño presentan pastas muy parecidas y las mismas fábricas. Ello significa también que, en la cerámica analizada, los estudios de pastas por sí solos resultan muy limitados para abordar la funcionalidad de las piezas, evidenciando la necesidad de desarrollar metodologías más complejas que, indudablemente, deben incluir el análisis morfométrico de las piezas, los posibles contenidos de las mismas y los contextos en las que éstas se depositaron.

A pesar de corroborar que existe un escaso consenso funcional en el modo de fabricar pastas de formas que potencialmente podrían estar vinculadas con actividades concretas o similares se pueden observar ciertas tendencias comunes y de carácter genérico dentro de las familias y los tipos que se fabricaban. Como se ha señalado, parece ser que las características de las piezas, su forma y tamaño, pudieron condicionar, al menos en algunos casos, ciertos rasgos básicos de las pastas, así como la estrategia seguida por los artesanos para prepararlas.

Como se ha señalado anteriormente, una división básica del conjunto cerámico entre texturas finas y gruesas es compartida por numerosos alfareros de sociedades etnográficas. En este sentido, I. Druc (1996) ha puesto énfasis, en pastas química y mineralógicamente parecidas, de la necesidad de utilizar esencialmente las variaciones en la textura de las piezas para abordar la funcionalidad de las piezas. De este modo, se ha considerado, como sugieren (Gherdán y Kovath 2009: 273), que son las piezas con más desgrasante las que tienen más posibilidades de mostrar cierta adecuación de la conducta de los alfareros a parámetros funcionales ya que *“if the amount of temper does not reach 10%, its use is probably not functional because the little amount... would not enhance the physical or thermal properties of the vessel”*.

Por un lado, prácticamente todas las piezas analizadas de los tipos 11, 16, 19.2, 26 y 33, anteriores al Postalayótico y vinculadas al Bronce Final y época Talayótica (1500-500 BC), han presentado texturas con cantidades medias-altas de desgrasante mineral, calcita cristalina, de grano medio/grueso, independientemente de la forma o tamaño que presenten²⁴⁹. Ello podría indicar una homogeneización de las pastas que poco tiene que ver con una especialización funcional ya que hay tipos muy diferentes con pastas muy parecidas. Una vez más, este aspecto podría evidenciar una tendencia hacia la polifuncionalidad, donde las piezas están dispuestas en su diseño para emplearse en una variada gama de funciones. En definitiva, las pastas son aptas para todo tipo de actividades si bien se realiza un esfuerzo extra en homogeneizar las pastas de la totalidad de la producción y obtener piezas de gran calidad, incluso en aquellas piezas pequeñas, como las del Tipo 11, que podrían ejercer su función y ser fabricadas sin la aplicación necesaria de tanto esfuerzo. La opción constatada para el registro de estos periodos provoca una homogeneización de la calidad de los productos fabricados, que son más duraderos y que es consecuente con los rasgos que caracterizan a todo el conjunto cerámico de estas fases.

Por otro lado, se ha podido realizar una aproximación más detallada del registro cerámico de época postalayótica, ya que es con diferencia el momento para el que contamos con un número mayor de casos disponibles con perfil completo ($n = 60$). Todo indica que, a diferencia de periodos anteriores, se destina un escaso esfuerzo en preparar las pastas, predomina, excepto en tipos concretos como el 7.1, el desgrasante vegetal y cocciones de escasa calidad. Este proceso de fabricación determina un producto susceptible de sufrir un alto nivel de reemplazo y con una escasa especialización funcional. La mayoría de las pastas son calcáreas o muy calcáreas y las principales diferencias se plasman a un nivel textural. Se puede distinguir, como ya se comentó y como sucede en muchas producciones cerámicas, entre dos grupos texturales, al menos para el postalayótico.

²⁴⁹ Este tipo de soluciones han podido ser corroboradas también en un amplio número de piezas que, a pesar de no contar con perfil reconstituible y no haber sido consideradas en el estudio de morfo-potencialidad, se corresponden claramente con diferentes formas y tamaños (Annexo IV).

Por una parte, pastas finas que se asocian con cerámica de tamaño pequeño y mediano, como los adscritos a las Familias I, II y IV. Por otra, se vinculan con algunos contenedores Tipos 23, 24 y 28, tanto funerarios como no funerarios de menor tamaño, y a cerámicas de almacenaje de líquidos que pueden ser móviles (Tipos 25 y 29). Las pastas muestran predominantemente texturas tipo GT-C que destacan por ser de tipo fino o muy fino y con escasa cantidad de mineral. En estas piezas, que van a tener una corta vida de uso y un alto nivel de reemplazo, concluimos una menor inversión de esfuerzo en conseguir pastas muy elaboradas. En las piezas de mayor tamaño que pudieron funcionar para almacenaje se asiste generalmente, para la consecución de las pastas, a la introducción de cantidades altas de desgrasante vegetal.

Por otra parte, pastas medias/gruesas para ciertas cerámicas bajas de tendencia muy abierta y con asas, tanto de tamaño muy grande como pequeño (tipos 7.1, 14 y 32). Por otro lado, algunos contenedores de mayor tamaño (tipos 19.1, 20, 21, 27, 30, 31), de las familias IX, XI, XII, XIII y XIV. Tanto las urnas funerarias como no funerarias de mayor tamaño han presentado cantidades medias de desgrasante y texturas tipo GT-A y B que contrastan con los rasgos observados en el registro de menor tamaño. Este tipo de texturas habrían posibilitado, al favorecer una mayor consistencia de la pasta, el modelado de piezas de mayor envergadura.

En general, los contenedores de gran tamaño no funerarios están mejor confeccionados, ello podría indicar una inversión de esfuerzo inherente y necesaria en el proceso de fabricación pero que a la vez, permite aumentar la esperanza de vida de aquellas piezas que requieren de más medios productivos.

De este modo, la textura y otros de los procesos de fabricación pueden relacionarse con el tamaño de las piezas y la posible función que éstas van a tener. Los contenedores más grandes presentan, por regla general, más desgrasante mineral, excepto las piezas que parecen contenedoras de líquidos potencialmente móviles que, como se ha señalado, presentan pastas muy porosas y con texturas finas y, por tanto, resultan poco pesadas.

Para concluir, señalar que somos conscientes que la aproximación realizada presenta múltiples carencias derivadas, por un lado, del escaso número de piezas con que contábamos en la mayoría de los tipos y de la falta de series experimentales específicas que permitan constatar las valoraciones relacionadas con las propiedades de las pastas que se han ido planteando a lo largo del análisis.

Por otro lado, hay que señalar la falta de estudios de morfo-potencialidad y tecnofuncionalidad que comprendan el análisis de las pastas sobre otros registros cerámicos de las Islas Baleares y que permitan comparar los resultados obtenidos. También hay ciertas carencias derivadas de la ausencia de análisis de residuos orgánicos, tanto de las muestras analizadas como de otras procedentes de otros yacimientos. A pesar de todo ello, pensamos que el planteamiento seguido ha permitido abrir una vía de investigación en el estudio de los artefactos cerámicos de la zona que permitirá, en futuros trabajos, abordar más profundamente la relación existente entre los rasgos del producto final y los procesos de fabricación, uso y deposición.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto, debemos plantearnos todo tipo de vías interpretativas en la tecnología cerámica, ya que el análisis de la adaptación funcional del registro puede ser, aún cuando no se obtengan resultados completamente concluyentes sobre la funcionalidad de las piezas, un parámetro que puede aproximarnos también a los esquemas de racionalidad de los alfareros y a sus intenciones, constituyendo un recurso para abordar los modos de organización de la producción. Además, debemos considerar que, aunque exista una estrecha adaptación de las piezas a criterios de funcionalidad, este fenómeno no excluye en ningún caso que los rasgos del producto no tengan implicaciones en otras esferas de la sociedad que se sitúan más allá de la mera necesidad biológica o práctica.

Cuadro 70. Medias para los índices morfométricos de los tipos (*Tipos no adscritos al Postalayótico).

Tipo	Ø boca/altura	Ø base/altura	Altura/Ø máx.	Ø cuello/Ø boca	Ø boca/Ø máx.	Tamaño
1	1,77	,62	,57	1,00	1,00	52
2	1,77	,91	,56	1,00	1,00	43
4	,96	,56	,83	,68	,78	69
5	,70	,51	1,14	,89	,78	85
6	-	-	-	1,00	,63	109
7	,80	,44	1,06	,90	,86	126
12	1,75	,88	,52	-	,94	84
7.1.	,94	,26	1,03	,98	,89	118
11*	1,24	,73	-	1,00	,96	69
14	1,17	,64			,91	146
32	2,61	1,43	,38	1,00	1,00	299
33*	,89	,45	,97	,93	,86	425
16*	1,13	,60	1,36	,96	,83	171
19	,67	,43	1,13	,85	,75	186
21	,89	,49	1,00	,88	,82	211
22	,60	,35	1,29	,87	,73	237
23	,52	,34	,83	,96	,62	238
24	,73	,44	1,08	,92	,79	292
27	,61	,33	1,25	,90	,64	272
28	-	-	-	1,00	,43	285
30	,75	,33	1,18	,81	,89	329
20	,41	,34	1,40	,84	,57	192
22.4	,52	,30	1,28	,66	,68 ²⁵⁰	236
25	,35	,35	1,08	,85	,37	314
26*	,24	,45	1,05	,79	,23	307
29	,45	-	1,15	,68	,52	298
31	,42	-	2,00	,81	,84	284

²⁵⁰ En la pieza que conforma este subtipo la boca está abierta pero si consideramos un índice Ø cuello/Ø máximo el grado de obertura de la cerámica se reduce a 0,45.

Análisis conjunto de pasta y tipología

Cuadro 71. Medias para distintas variables composicionales de las pastas según los tipos en los que se han clasificado las cerámicas (*Tipos no adscritos al Postalayótico).

Tipo	% Vegetal	% CaO	% Mineral	% Fe ₂ O ₃	% Calcita	% Cuarzo
1	14,5	37,9	4,2	4,9	57,4	9,9
2	7,6	31,5	2,7	5,2	69,8	6,1
4	5,7	28,6	5,3	8,0	36,4	14,9
5	6,3	15,9	4,6	9,5	52,8	10,4
6	5,0	-	2,3	-	51,1	10,5
7 (-7.1)	8,5	19,8	3,6	8,0	50,8	10,5
12	10,4	-	,8	-	67,7	8,3
7.1.	3,5	31,0	16,9	4,5	67,9	8,7
11*	0	47,2	19,2	4,0	77,5	5,2
14	1,7	42,1	17,3	-	14,5	21,2
18	5	48,24	16,8	4,5	-	-
32	1,3	-	23,7	-	-	-
33*	,0	38,5	15,5	6,4	89,3	2,4
16*	1,2	40,2	7,2	3,8	75,1	6,8
19.1	7.1	13,7	6,8	12,0	50,7	10,3
19.2*	1,8	30,0	9	4,6	65,4	9,1
21	8,9	19,9	6,6	6,9	31,0	16,2
22	7,0	13,5	3,5	11,7	47,8	10,1
23	13,0	14,2	5,4	6,5	38,8	17,6
24	13,8	9,3	2,2	16,7	51,4	4,9
27	11,0	27,6	11,1	7,1	47,5	10,4
28	10,6	31,8	5,2	5,9	78,6	5,2
30	3,2	18,8	10,6	13,3	53,8	7,7
20	5,3	27,7	11,9	7,4	62,7	7,9
22.4	3,4	9,9	1,3	7,7	33,1	12,7
25	14,9	5,2	,7	10,8	17,3	16,9
26*	,9	45,2	10,0	4,9	81,0	5,2
29	11,7	15,6	2,2	5,5	28,0	14,3
31	7,8	9,1	8,7	15,3	56,5	8,1

Cuadro 72. Resumen con los rasgos de las pastas y la morfometría según los distintos tipos y familias contemplados.

FAMILIA	TIPO	TEXTURA ²⁵¹	PASTA ²⁵²	POROSIDAD ²⁵³	TAMAÑO	MORFOLOGÍA	CONFECCIÓN	OBSERVACIONES
Familia I	1	Fina	MC	Alta	Pequeño	Abierta	Mala	TSB (Sector 9)/SM
	2	Fina	MC	Media	Pequeño	Abierta	Mala	TSB (Sector 9)
	4	Fina-media	MC	Media	Pequeño	Poco cerrada	Mala	TSB (Sector 17)/TSF
	5	Fina-media	Calcárea	Media	Pequeño	Cerrada	Mala	TSB (Sector 2, 6 y 8), 6/66
Familia II	6	Fina	Calcárea	Media	Mediano	Cerrada	Mala	TSF
	7	Gruesa-MG	MC	Baja-media	Mediano	Abierta	Buena	TSF-1090 y 229/SM-140
		Media	MC	Baja-Alta	Mediano	Poco cerrada	Regular	SM-138/TSF-326
		Fina	Calcárea	Media	Mediano	Abierta	Mala	TSB (Sector 1 y 6)
		Fina-media	Calcárea	Media-alta-MA	Mediano	Cerrada	Mala	TSF/TSB (Sector 1, 2 y 6)
	8	Fina	Calcárea	Media	Mediano	Cerrada	Mala	TSB (Sector 2 y 6)
Familia IV	11	Fina	PC	Baja	Mediano	Cerrada	Buena	TSB (Sector 6)
	12	Gruesa	MC	Baja	Mediano	Abierta	Buena	TSF (BF)
Familia V	14	Fina	Calcárea	Alta	Mediano	Abierta	Mala	TSF
	16	Gruesa-MG	MC	Baja	M-G	Abierta	Buena	TSF/SM
	17	Media	MC	Baja	M-G	Abierta	Buena	TSF (UE-17)
Familia VI	18	Fina	PC	Muy Alta	M-G	Poco cerrada	Mala	TSB (Sector 7)
Familia VII	19	MG	MC	Baja	M-G	Abierta	Buena	SM (asociada)
	19	Media	MC	Baja	Grande	Poco cerrada	Buena	TSF (UE-17)

²⁵¹ Textura (% Desgrasante mineral): <5% Fina, 5-10% media, 10-15% gruesa, > 15% Muy Gruesa.

²⁵² Pasta (% CaO): <5% Poco calcárea, 5-25% Calcárea, >25% Muy calcárea.

²⁵³ Porosidad (% Desgrasante vegetal): <3% baja, 3-10% media, 10-15% alta, >15% Muy alta.

Análisis conjunto de pasta y tipología

FAMILIA	TIPO	TEXTURA ²⁵¹	PASTA ²⁵²	POROSIDAD ²⁵³	TAMAÑO	MORFOLOGÍA	CONFECCIÓN	OBSERVACIONES
		Fina	PC	Baja	Grande	Poco cerrada	Buena	TSB (Sector 17)
		Fina-gruesa	Calcárea	Media-alta	Grande	Poco cerrada	Mala	TSB (Sector 6, 9 y 17)
	20	Media-gruesa	MC	Baja-alta	Grande	Cerrada	Buena/regular	TSF/SM/TSB (Sector 1)
Familia VIII	21	Fina	Calcárea-MC	Media-Alta-MA	Grande	Poco cerrada	Mala	TSF
		Media	Calcárea	Media	Grande	Poco cerrada	Mala	TSB (Sector 5)
Familia IX	22	Fina	Calcárea	Media-baja-alta	Grande	Cerrada y poco cerrada	Mala	TSF/TSB (Sector 6, 7 y 9)
	23	Fino-grueso	Calcárea-PC-MC	Alta-muy alta	Grande	Cerrada y poco cerrada	Mala	TSF (236 mejor en T-26)
	24	Fino	Calcárea	Alta	Grande	Poco cerrada	Mala	TSB (Sector 9)
Familia X	25	Fino	PC	Muy alta	Muy grande	Muy cerrada	Mala	TSB (Sector 1)
	26	Gruesa	MC	Baja	Muy Grande	Muy cerrada	Buena	TSF (UE-17)
Familia XI	27	Gruesa	C-MC	Alta-MA-baja	Muy Grande	Cerrada	Regular	TSF/TSB (Sector 1)
	28	Media	MC	Alta	Muy Grande	Cerrada	Regular	TSF
	29	Fina	Calcárea	Alta	Muy Grande	Muy cerrada	Mala	TSB (Sector 5)
Familia XII	30	Gruesa	Calcárea	Baja	Muy Grande	Abierta	Regular	TSB (Sector 9)
Familia XIII	31	Media	Calcárea	Media	Muy Grande	Cerrada	Mala	TSB (Sector 6)
Familia XIV	32	MG	MC	Baja	Muy Grande	Muy abierta	Buena	SM
Familia XV	33	MG	MC	Baja	Muy Grande	Abierta	Buena	SM

CAPÍTULO 8

**ANÁLISIS CONTEXTUAL Y DIACRÓNICO DE LAS PASTAS
CERÁMICAS: ESPACIO, TIEMPO Y SOCIEDAD**

26. MARCO TEÓRICO: MATERIALIDAD, ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y CAMBIO EN LA CERÁMICA.

“Los diferentes motivos exigen inevitablemente de modos de expresión diferentes. Ello no implica evolución ni progreso, sino una adaptación de la idea que se quiere expresar y de los medios para expresar esta idea” P. Picasso²⁵⁴

Introducción.

Hasta ahora se ha abordado el estudio íntegro de los materiales, las técnicas y las secuencias utilizadas por los alfareros para fabricarlos, así como el estudio de las pastas y la tipología en relación a los procesos de fabricación de los artefactos. Se ha podido observar cómo, dentro de las producciones materiales del ser humano, la cerámica es un artefacto que refleja muy bien en su constitución, las huellas de las personas que intervinieron en la historia de su vida. Ello se debe fundamentalmente a su naturaleza aditiva y subtractiva que requiere de la toma constante de decisiones por parte del alfarero y, por tanto, de un alto grado de implicación para lograr el producto final (Vidal *et al.* 2009).

Queda pendiente, entonces, situar todos los datos obtenidos en los distintos análisis en un contexto temporal y espacial que permita ubicar las acciones realizadas por las personas en un determinado marco histórico y social (Prieto 1999). Algunos autores (Van der Leeuw 1984; Rice 1984b; Sigaut 1994; Djordjevic 2003; Tsetlin 2003; Vives Ferrándiz 2005), han distinguido, más o menos explícitamente, distintos niveles de aproximación en el análisis arqueológico de la cultura material. Ello implica que el proceso de estudio de los artefactos puede abarcar desde fases inicialmente reflexivas y otras esencialmente descriptivas relacionadas con el estudio de los rasgos de los materiales, hasta llegar a otras más interpretativas donde estos datos se sitúan en un contexto determinado. Esta distinción de enfoques dentro del análisis del registro se realiza exclusivamente con fines analíticos ya que, entendemos que el objetivo final consiste en aproximarse, a través de la cultura material, a las personas que fabricaron, usaron, intercambiaron y depositaron las vasijas. De este modo, se puede abordar, en última instancia, el funcionamiento de una sociedad.

²⁵⁴ Traducido de H. Theil (2004) “Picasso, ceràmiques: la “funció/imatge”” En *El Gest multiplicat: ceràmiques de Picasso*. Museu d’Art Modern i Contemporani de Palma.

En este sentido, los distintos niveles de análisis del registro material y su confrontación final con los contextos arqueológicos en los que se enmarcan serán los que permitan afrontar la cerámica y los fenómenos relacionados con ella. En nuestra opinión, cada nivel de análisis, bien se centre sobre los materiales, las técnicas o la propia sociedad que los genera, funciona de forma retroactiva. La aportación de nuevos datos en la esfera de lo social nos guiará hacia la búsqueda de ciertos rasgos en lo material y en las técnicas. Por otro lado, los rasgos de los materiales, relacionados con determinadas técnicas y acciones, pueden aportar valiosos datos para indagar ciertos aspectos sociales.

Sin embargo, en los estudios arqueométricos de pastas suele existir cierto desfase en los esfuerzos que se destinan en cada uno de estos niveles de análisis, dándose, por regla general, más énfasis a la vertiente analítica, metodológica y descriptiva que a la interpretativa. De este modo, un aspecto que a menudo queda pendiente en la mayoría de trabajos de pastas cerámicas prehistóricas es la representación de las propias personas dentro de todo el proceso de creación, uso y deposición de los artefactos. Ello puede deberse, como señaló Balfet (1984), a que en arqueología prehistórica tenemos que abordar, ineludiblemente, este tipo de cuestiones de modo indirecto, únicamente a través del estudio de los objetos y de su disposición en el espacio y el tiempo.

A pesar de que el estudio de los aspectos técnicos de la producción cerámica constituye sólo uno de los muchos tipos de estudios que inciden sobre los materiales, éste supone un mecanismo que puede servir de nexo para investigar aspectos extra-tecnológicos (Schiffer y Skibo 1987). El objetivo final en el análisis de la cerámica no debe detenerse en la, ya de por sí, ardua tarea de identificar las características tecnológicas de los artefactos, sino que hay que aproximarse a las relaciones más tangibles que se producen entre cerámica, productores, usuarios y determinados contextos de uso (Arnold 1988: 17). A través de este planteamiento se puede llegar a abordar un último objetivo o nivel de análisis centrado en una explicación sociocultural de las causas y las consecuencias que determinan ciertos procesos tecnológicos y los cambios en los artefactos, en la forma de producirlos y utilizarlos (Djordjevic 2003; Ortega *et al.* 2005).

Como se puede observar, el trabajo realizado se ha iniciado a partir de la conjunción de varias estrategias de análisis planteadas simultáneamente. Por un lado, se ha procedido a la obtención de un amplio *corpus* de datos con la finalidad de estar en disposición de responder a unas preguntas arqueológicas muy concretas. Esta fase del trabajo es absolutamente necesaria ya que nuestra disciplina trata de aproximarnos a las sociedades humanas pasadas a través del análisis del registro material. De este modo, se puede superar la mera especulación que se produce cuando la interpretación se genera únicamente desde marcos teóricos (Dobres y Hoffman 1994; Jones 2004). Esta fase del trabajo es esencialmente descriptiva, se analizan y describen producciones, pastas, petrogrupos, texturas, fábricas, formas y tipos, etc. Finalmente, se realiza un estudio de las diferencias y las semejanzas existentes en el registro que permiten clasificar y categorizar la cultura material en base a sus características (Van As 1984; Mannoni 2007).

Sin embargo, diversos estudios han reconocido y enfatizado que la investigación arqueológica no debe finalizar con la descripción y la clasificación de las cerámicas, sino que resulta necesario ir más allá de la propia materialidad. No debe confundirse el método con el objetivo; el éxito del análisis no depende de aplicar uno u otro método sino en la obtención de información relevante en términos históricos. Como señala Palomar (2005: 302) “...*la implementació d'anàlisis procedents d'altres disciplines com la Petrologia, la Química... a l'estudi de materials arqueològics s'ha limitat a produir grans quantitats d'estudis descriptius que han obviat les explicacions de caràcter social a les quals aquestes anàlisis, en tant que insertes en una metodologia arqueològica, han de conduir*”. De este modo, cualquier estudio de cerámica que no proporcione un mejor entendimiento de los objetivos de las personas, de por qué y cómo usaron o fabricaron las cerámicas, resulta de un valor limitado (Kingery 1984; Van As 1984; Pfaffenberger 1992; Dobres y Hoffman 1994; Buxeda *et al.* 1995; Dornan 2002; Martín-Torres 2003; Palomar 2005; Montero *et al.* 2007; Tsantini 2007; García Rosselló 2008: 47; Palomar 2009; Vidal *et al.* 2009).

Desgraciadamente, el estudio de las prácticas sociales relacionadas con la producción cerámica constituye un aspecto que todavía no consideran muchos estudios arqueométricos. Como señala A. Vidal (2008b: 57) *“Este supuesto, que sería el ideal dentro de la visión actual de la arqueometría —y de la arqueología en general— aún dista de ser general, y muchos trabajos siguen estando limitados en su aspecto social, pese a tener un importante valor analítico”*.

En este sentido, como concluyen Cordero *et al.* (2006: 26), parece existir en España *“una incomunicación entre la (in)definición de los problemas a resolver arqueológicamente (en términos de comportamiento social), y el empleo de un sofisticado arsenal de técnicas físico-químicas... Los problemas arqueológicos aparecen, con frecuencia, pobremente formalizados (o formulados) en términos teóricos y metodológicos, sin que se definan las implicaciones contrastadoras de las hipótesis planteadas y las subsiguientes posibilidades de corroboración de acuerdo con el alcance y limitaciones de datos y técnicas científicas... existe un cierto riesgo de que la arqueometría se esté utilizando dentro de la Arqueología... como ropaje con el que revestir (ocasionalmente) de un cientifismo más aparente que real una Arqueología tradicional más centrada en los objetos que en las vidas de los seres humanos y poco dispuesta a formalizar (y enriquecer) sus estrategias de investigación”*.

Para superar estas carencias, junto con el análisis de los materiales y la consecuente toma de datos, se ha desarrollado un *corpus* teórico que ha permitido diseñar una estrategia adecuada de análisis del material en función de unos planteamientos previos de partida. Los arqueólogos tienen que ser conscientes de las problemáticas a las que se enfrentan con tal de poder incidir sobre ellas. En este sentido, debe existir un fuerte diálogo entre la parte más analítica y metodológica y la vertiente arqueológica y teórica de la investigación, incluso si es la misma persona la que realiza ambas tareas investigadoras (Riley 1982; Pfaffenberger 1992; Djordjevic 2003; Albero *et al.* 2009).

Desde esta situación de compromiso se pretende indagar sobre cómo los individuos, que participaron en los procesos de producción, intercambio, uso y deposición de los objetos, se relacionaron, estructuraron y organizaron como personas y grupos en unos determinados contextos a través de la cultura material.

No debemos olvidar que *“Los objetos pueden ser consumidos, disfrutados o padecidos individual o colectivamente, por las mujeres y los hombres en el marco de diversas actividades...”* (Castro *et al.* 2002a). Estas actividades deben considerarse en sí mismas como prácticas sociales, de este modo, las comunidades humanas generan una cultura material que describe los valores, las necesidades, las reglas sociales y las creencias del grupo. Dentro de cada grupo, la cultura material puede dar también a conocer la especificidad de cada uno de los individuos que lo conforman. En este sentido, objetos, personas e individuos, son dependientes unos de otros y sólo pueden entenderse considerando a ambos agentes conjuntamente.

Arqueológicamente, esta aproximación supone tratar de ir más allá de la materialidad y el funcionalismo en las interpretaciones de la cultura material. Como señala G. De la Fuente (2007: 11) *“...la mayoría de las explicaciones arqueológicas sobre la tecnología cerámica de las sociedades del pasado han derivado de modelos funcionales, económicos y de optimización, más que de modelos explicativos culturales”*. Por un lado se apuesta, como se ha visto en el capítulo anterior, por una función biológica o práctica de los artefactos. Pero además, por otro lado, los artefactos y el modo en que éstos son utilizados y depositados representan otro tipo de significaciones relacionadas con aspectos sociales, ideológicos, simbólicos e imaginarios (Schiffer y Skibo 1987; Pfaffenberger 1992; Skibo 1992; González Ruibal 1998; Prieto 1999; Carreras y Nadal 2003: 67).

En la práctica, se ha producido una marcada dicotomía en la investigación relacionada con la interpretación que se realiza de la significación tecnológica de las cerámicas. Por una parte, se alude a razones técnicas, funcionales o medioambientales y, por otra a las culturales, ideológicas y sociales (Livingstone-Smith 2000). En nuestra opinión, esta contraposición, que se corresponde con las diferentes posiciones teóricas que caracterizan la disciplina arqueológica desde la segunda mitad de siglo XX, resulta contraproducente para una adecuada comprensión del proceso cerámico en su conjunto. Entendemos que aspectos sociales, simbólicos e ideológicos inherentes en la cerámica interactúan y se manifiestan a su vez junto con aspectos prácticos y técnicos directamente relacionados con la materialidad y el entorno natural.

En los estudios de cerámica de corte procesualista, englobados genéricamente en la corriente denominada *Ecología Cerámica* (Matson 1965), el contexto natural y funcional, a diferencia del contexto sociocultural, ha sido ampliamente valorado. Desde un punto de vista ecológico-funcional, la adaptación de la cultura material al medio ambiente y a la función determinan prioritariamente los aspectos físicos de los artefactos, condicionando ambos parámetros las acciones humanas desarrolladas para crearlos. También existe la versión cultural de este planteamiento, donde la cultura puede analizarse considerando su interrelación con el medio natural. Esta última postura ha dado lugar a nuevas tendencias ecológicas donde se trata de observar como los seres humanos modifican e influyen conceptualmente y físicamente sobre los recursos naturales, bióticos y abióticos, de que disponen en el medio (Van der Leeuw 1984; Arnold 1993; Dobres y Hoffman 1994; Barrachina Ibañez 1998; Carreras y Nadal 2003; Banning 2005; 164; Lavan 2007; García Rosselló 2008: 46).

Este tipo de aproximaciones procesualistas son las que han tenido un mayor protagonismo en la arqueometría cerámica, donde abundan las interpretaciones de corte técnico, funcional y ecológico para explicar los rasgos de los artefactos. Sólo cuando no se puede explicar la variabilidad y los rasgos de la cultura material en estos términos se considera que la cerámica cumple una función social, simbólica o ideológica. Esta repulsión hacia ciertos aspectos de la cultura material en las interpretaciones deriva de la desconsideración de los factores sociales y el estilo de vida como agentes que influyen enormemente en las acciones que realizan los individuos así como de la forma en la que éstos se manifiestan a través de la cultura material (Schiffer y Skibo 1987).

De este modo, esta aproximación posee ciertos prejuicios derivados de nuestra propia cultura occidental, donde esta percepción de la tecnología cumple un papel crucial. Por ejemplo, nuestra cultura tradicionalmente ha rechazado el naturalismo como marca cultural de gran importancia. La vertiente natural de los objetos suele considerarse un tabú y éste se considera inanimado e inmutable, de modo que los objetos que usamos en la vida cotidiana no tienen un significado simbólico que merezca la pena reseñar. En las sociedades occidentales se concibe una separación entre tecnología y sociedad frente a las sociedades pre-modernas, en las que una está embebida en la otra. En éstas últimas, la cerámica es semánticamente promiscua y tiene unos significados que van más allá de la técnica, la función y de la economía.

En cambio, en la cultura occidental se mantiene un punto de vista de la materialidad en el que la cultura actúa de forma pasiva ante una tecnología que lo hace de una forma esencialmente activa e incluso determinista. En nuestro caso, creemos que se deben considerar y valorar estos prejuicios, poniéndolos en tela de juicio y acudiendo a la etnografía, la etnoarqueología y a la experimentación con el objetivo de evaluar distintas posibilidades interpretativas en relación con un determinado registro (West 1992: 143; Barley 1994: 76, 88; Dobres y Hoffman 1994; Prieto 1999; Jones 2004; García Rosselló 2008: 46).

Como señala L. Lavan (2007), la tecnología no puede entenderse sólo a partir de una concepción moderna, ésta parte de un progreso tecnológico en sentido acumulativo y evolucionista unilineal basado en procesos de invención y optimización funcional y técnica. De este modo, este tipo de visiones teóricas han quedado obsoletas desde hace tiempo y han sido sustituidas por tendencias que abogan hacia realidades más complejas. Ya D. Arnold (1985: 128), indicó que en cerámica, como en el resto de la cultura material, los flujos de información no se realizan únicamente en términos de adaptación ecológica y funcional. De esta manera, han ido cobrando importancia aquellos planteamientos que consideran la existencia de flujos de información, además de con el medio natural, también entre las personas y entre éstas, los contextos y los artefactos (Criado Boado 2006).

Estas aproximaciones de corte más contextual consideran que, independientemente de las posibles determinaciones naturales sobre las acciones y productos realizados por las personas, siempre existe la posibilidad de que los individuos realicen elecciones alternativas. De este modo, las distintas elecciones tecnológicas están estrechamente determinadas por la capacidad de percepción, comunicación y expresión que realizan los individuos entre sí e interactuando con la materialidad. El objetivo de realizar determinadas elecciones consiste en organizar socialmente y reproducir el mundo en el que viven las personas, más que a obedecer a parámetros naturales. En resumen, los rasgos de los artefactos responden más a necesidades socioculturales que naturales y la tecnología empleada en su fabricación, uso, mantenimiento y deposición provee de un marco socio-tecnológico que permite a las personas organizarse socialmente (Pfaffenberger 1992; Dobres y Hoffman 1994; Gosselain *et al.* 1996; Dietler y Herbich 1998; Livingstone-Smith 2000; Sillar y Tite 2000; Colomer Solsona 2005).

La expresión y comunicación que existe entre los individuos se realiza también a través de la cerámica y mediante unos contextos bien definidos en los que ésta es producida, intercambiada, utilizada y depositada. Este tipo de acciones afectan tanto a los individuos como al grupo en su conjunto ya que las personas realizan acciones individuales pero, normalmente, las hacen en relación a una “forma de hacer” y a unos esquemas de racionalidad más generales. La cerámica forma parte de la experiencia diaria y de la vida cotidiana, donde el día a día y la rutina contribuyen a mantener un sistema simbólico estable donde ideología, tradición y conducta se asumen de manera natural. En este contexto se produce de forma habitual el intercambio de significados y se generan mecanismos de transmisión de la información que resultan vitales para que los individuos puedan desarrollar una vida social. En este sentido, debe encuadrarse a la tecnología como un proceso mental y técnico que los humanos utilizan para solventar sus propias necesidades sociales (Hodder 1982; Miller 1985; De Boer 1984; Hodder 1990; Pfaffenberger 1992; Dietler y Herbich 1998; Prieto 1999; Lavan 2007).

Superando el marco conceptual procesual, consideramos que se desarrolla una intensa interacción entre las personas en un determinado contexto social y natural en el que crean, utilizan, intercambian y depositan sus artefactos. En base a estas interacciones se produce el cambio y la continuidad tecnológica, ya que la retención de prácticas sociales permite la cohesión de la sociedad (Bordieu 1979: 83). En este sentido, las vasijas están inmersas en otros niveles de la cultura que van más allá de la propia experiencia cotidiana y del individuo, participando de los esquemas que organizan la propia sociedad. De esta manera, los rasgos de los materiales pueden resultar indicadores de, por ejemplo, las relaciones de poder que se establecen entre los individuos y su forma de organizarse socialmente (Shanks y Tilley 1992; Barley 1994: 11-13; Dobres y Hoffman 1994; Dornan 2002; Stilborg 2003; Ortega *et al.* 2005; Arthur 2007; Lavan 2007; Mannoni 2007; García Rosselló 2008: 71).

Como se puede observar en esta breve introducción, los rasgos tecnológicos de los artefactos pueden responder a factores ecológicos y funcionales pero también a otros socioculturales, como señala E. Banning (2005: 161) “*Technological variations can be related to differences in the costs or availability of raw materials, in the skills, knowledge, preferences, and motor habits of individual potters, in the anticipated functions of the finished products, and in their anticipated use-life*”.

Resulta, por tanto, indispensable para realizar una interpretación completa del registro cerámico considerar a los materiales y las técnicas desde una óptica medioambiental y funcional, pero es requisito ineludible situar también estos parámetros en un contexto socio-tecnológico (Pfaffenberger 1992). En lo que respecta a este nivel interpretativo, donde se aborda a las personas y a la sociedad a través del registro material cerámico, debemos aceptar las limitaciones existentes. Por un lado, hay que ser consciente que la cerámica representa tan solo un pequeño segmento de toda la dimensión material de una sociedad y ésta interactúa, más o menos intensamente, con otros tipos de cultura material. Si bien es cierto que resulta absolutamente necesario abordar la cerámica y su relación con las personas para poder avanzar en el conocimiento de las sociedades pasadas, para profundizar en el conocimiento de las relaciones humanas debemos considerar ineludiblemente todo el registro material en su conjunto. Como P. Prieto (1999: 77) señala *“La producción cerámica responde a pautas culturales muy estrictas dentro de cada grupo social. En el caso de que alguna de ellas cambie, los productos formales resultantes, la cerámica entre ellos, también reflejarán estas transformaciones”*.

Conjuntando estos planteamientos teóricos con el análisis de los artefactos, otorgando una importancia esencial al contexto y contemplando la totalidad del registro material así como su interacción en distintas escalas espaciales y temporales como indicadores del estilo de vida y de dinámicas sociales, podremos abordar la significación funcional, social y simbólica que los seres humanos otorgan a los artefactos. En este sentido, una micro-escala se adecua mejor al estudio analítico de fenómenos cotidianos y a un análisis de la variabilidad del registro asociado a la participación de actores o grupos implicados en actividades concretas. Sin embargo, las dinámicas sociales que imperan al nivel de micro-escala pueden interaccionar con fenómenos multidimensionales que se producen simultáneamente en el ámbito macro-escalar (Lemonier 1986: 173; Dobres y Hoffman 1994).

En definitiva, como señala Dornan (2002: 325) *“...an effective agency approach requires a delicate and reflexive movement between an exploration of structural events and patterns of practice, between historically unique micro-processes and more macro-scale, long-term processes, and between a focus on observable consequence and less obvious intentionality”*.

A pesar de las carencias que pueda implicar abordar aspectos sociales únicamente desde los estudios de cerámicos por sí solos, como señala Stilborg (2003: 118), el estudio aislado de las dinámicas sociales relacionadas con la cerámica resulta conveniente en una primera fase con el objetivo de *“To preserve the richness of information in the archaeological record, however, it is important that each group of material should be studied separately and the results compared on an equal basis, each making its unique contribution to the total complex picture”*.

De todo lo expuesto hasta ahora se deriva que, en ningún momento, el estudio analítico de laboratorio debe sustituir al estudio exhaustivo de los contextos sociales en los que se sitúa el material analizado ya que éste es esencial para entender el rol que tienen los artefactos en la sociedad. Las rutinas analíticas y experimentales que realizamos no hacen sino que complementar necesariamente nuestro *corpus* de datos, permitiendo una aproximación a los atributos técnicos de los materiales y a ciertas acciones humanas realizadas en el marco de dichos contextos, por lo que resultan fundamentales para abordar la interpretación de los artefactos.

Por un lado, la complejidad de los fenómenos de agencia y de las dinámicas sociales a largo de la prehistoria requieren de la utilización, a la hora de interpretar los artefactos y el contexto en el que se enmarcan, de todos los datos y puntos de vista disponibles en nuestra disciplina. Ello obliga a integrar estrategias de análisis multidisciplinares en nuestras interpretaciones.

Por otro lado, los indicadores aptos para abordar los sistemas sociales en su conjunto deben combinar más de una variable material, la interpretación de elementos sociales a partir de una sola variable resulta a menudo arriesgada y simplista (Rice 1984a; McConaughy 1987 y Lightfoot 1987 ambos en Schiffer y Skibo 1987; Dornan 2002; Carreras y Nadal 2003). De este modo, aceptando estas limitaciones, no se pretende más que señalar aquellos aspectos sociales que pueden extraerse de los rasgos de las cerámicas, teniendo en cuenta que las conclusiones obtenidas deben ser cotejadas con los resultados sobre registros de otros yacimientos y de otro tipo de artefactos.

Finalmente, a la hora de abordar determinadas dinámicas sociales, debemos ser conscientes de nuestra posición como investigadores en las interpretaciones que realizamos. Se ha señalado que, muchas veces, las investigaciones que tratan de abordar este tipo de dinámicas a través del estudio de los materiales, pecan de proporcionar una visión actualista relacionada con procesos de colonización y descolonización que suceden en época contemporánea. También, se habla de tradiciones culturales e identidad en la prehistoria cuando, probablemente, el deseo de visualizar estas tradiciones pueda estar más relacionado con una problemática que se da en el presente (Miller 1994; Tilley 2006). En este sentido, desde posturas positivistas, especialmente activas en la arqueometría, se considera que existe una amplia distancia entre el investigador y su objeto de estudio. Ello se deriva, especialmente, de la utilización de variables de análisis métricas y cuantificables para caracterizar los objetos (Dobres y Hoffman 1994). Si bien, resulta evidente que la utilización de datos de esta naturaleza no excluye de la posibilidad de realizar interpretaciones de corte etnocéntrico.

En esta introducción se han apuntado algunas líneas sobre las posturas teóricas utilizadas en la interpretación de los datos extraídos de los materiales. A continuación, se va a proceder a expandir y profundizar en determinadas líneas de pensamiento que se han considerado vitales para desarrollar un cuerpo teórico más profundo que permita abordar las personas y la sociedad que hay tras la cerámica.

Estas líneas toman como base, por un lado, el modo en que las relaciones que realizan entre sí los individuos determinan los rasgos de los objetos y, por otro, cómo las personas construyen su futuro también considerando el complejo artefactual que les rodea y con el que interactúan cotidianamente. En este sentido Livingstone-Smith (2000) ha establecido, desde la etnografía, una serie de fenómenos que proporcionan información de la dimensión que adquieren los diferentes rasgos de la cerámica dentro la sociedad, permitiendo interpretarla a un nivel multidimensional. Algunos de los puntos abordados por este autor a desarrollar en relación al universo cerámico son:

- **Agencia/Identidad:** Las dinámicas mediante las que las personas otorgan a la cultura material ciertos significados y con qué finalidad. Nos referimos a la utilización de la tecnología como mecanismo de vinculación/diferenciación entre los miembros de una sociedad y de diferentes sociedades.

- Medioambiente y Tecno-funcionalidad: Conocer la relación que establecen las personas con el medioambiente así como la aplicación técnico-funcional de los artefactos de las sociedades resulta imprescindible para interpretar coherentemente otros parámetros de la producción.
- Transmisión de conocimientos y contextos de aprendizaje: Cómo las personas transmiten entre sus semejantes los significados en toda su complejidad que han otorgado a los objetos, los espacios y determinadas situaciones.
- Organización social y contexto de producción: Cómo las personas utilizan fenómenos de agencia y los sistemas de transmisión de conocimientos para construir el entorno social en el que viven, usan y fabrican los artefactos.
- Cambio y continuidad: En qué modo las personas alteran los significados establecidos entre individuos, a menudo a través del cambio en los sistemas de transmisión de conocimientos, para alterar su entorno social y como este cambio de los significados repercute en la cultura material.

26.1. Individuos, personas, cultura material y agencia: el significado de las cosas.

26.1.1. Agencia y tecnología.

En los estudios centrados en la agencia social se parte de una posición dual en la que, por un lado, se considera la forma en que las estructuras sociales interaccionan definiendo las acciones de los individuos, situándolas en un marco donde éstas cobran significado. Por otro lado, se trata de abordar como las acciones de los individuos interaccionan dinámicamente también con estas estructuras para transformarlas (Miller 1994; Dietler y Herbich 1998; Sillar y Tite 2000; Dornan 2002). Esta visión resulta de la aplicación en las ciencias sociales de la *Teoría de la práctica* (Bourdieu 1977) donde las acciones de los individuos se sitúan en un contexto social de aceptación/resistencia donde los hábitos inconscientes que adquiere éste desde su infancia regulan desde la forma de percibir hasta la relación que éste establece con el sistema.

Mediante la práctica se desarrollan una serie de representaciones y percepciones culturales acerca de los límites y las posibilidades de elección de los individuos, que se reproducen tanto en el ámbito de las técnicas como en el social. En palabras de P. Bourdieu (1991: 165) “*Los condicionamientos asociados a una clase particular de condiciones de existencia producen habitus, sistemas de disposiciones duraderas y transferibles, estructuras estructuradas predispuestas para funcionar como estructuras estructurantes, es decir, como principios generadores y organizadores de prácticas y representaciones que pueden estar objetivamente adaptadas a su fin sin suponer la búsqueda consciente de fines y el dominio expreso de las operaciones necesarias para conseguirlos, objetivamente «regulados» y «regulares» sin ser el producto de obediencia a reglas y, al mismo tiempo, colectivamente orquestadas sin ser producto de la acción organizadora...*”.

La naturalización de estos límites favorece la reproducción del sistema y las acciones conscientes que realizan las personas se sitúan en el transcurso de la práctica. El *habitus* pasa a constituir, de este modo, una capacidad infinita de generar prácticas y formas sociales, a medio camino entre los condicionamientos que forman parte de un determinado contexto histórico-sociocultural y la creatividad.

Por tanto, el *habitus* no resulta estático, sino que adquiere todo su sentido en la noción de cambio y de proceso de transformación. Las diferentes esferas de la vida social se van reactivando y actualizando a través de un proceso de constante de revisión, selección y transformación de los elementos existentes y, al mismo tiempo, a través de un proceso de incorporación de elementos nuevos.

Por otro lado, contemplando la *Teoría de la estructuración* (Giddens 1973) consideramos además de forma activa las acciones que realizan las personas consciente y racionalmente. Éstas pueden favorecer cambios en las estructuras, ya que cada una de estas acciones representa una oportunidad para plasmar la creatividad y la innovación. Ambas posiciones no son contradictorias, sino complementarias, y nos ayudan a establecer un nuevo punto de vista de la cadena operativa de fabricación donde ésta se sitúa dentro de unos condicionantes sociales que van más allá del actor individual y de la creación del objeto como un mero acto aislado.

En definitiva, como recoge la *Teoría Social de la Tecnología* (Dobres y Hoffman 1994; Sillar y Tite 2000; Dobres 2000), las acciones de los seres humanos están estructuradas por hábitos, pautas de comportamiento enmarcadas en el ámbito cognitivo del subconsciente. Sin embargo, también las acciones conscientes de los individuos son capaces de estructurar el sistema, definir el lugar de los actores y de influir, a partir de la reflexión y la toma de conciencia de los hábitos, en las conductas de otros individuos generando diversos procesos históricos y estableciendo, en parte, el modo en el que se reproducen las estructuras a lo largo del espacio y del tiempo. Estas ideas conscientes de los individuos tendrán repercusiones en el sistema en función de la capacidad de las personas para materializarlas. Como señalan Shanks y Tilley (1987: 116), "*individuals are competent and knowledgeable while at the same time their action is situated within unacknowledged conditions and has unintended consequences*".

Finalmente, considerar, por un lado, que algunas acciones realizadas por ciertos individuos pueden no responder a un criterio racional que pueda enmarcarse en las teorías que se han señalado. Por otro lado, que los conocimientos y las capacidades que tienen los individuos de una misma sociedad pueden ser diferentes. Estos procesos alteran los significados que se establecen entre las ideas y las acciones de distintos individuos, afectando a la significación de los objetos. De este modo, resulta más fructífero en arqueología aplicar la teoría de la agencia a nivel de grupo que a nivel de individuo (Criado Boado 2006)

Cualquier ser humano que desarrolle una vida social posee una doble consciencia mediante la que percibir la realidad, una centrada en el ámbito colectivo y otro en el individual: “...one part based on social morals and values that society has inculcated in the individual and another part based on individual emotional, sensational, and experiential aspects that are unique to that individual” (Dornan 2002: 322). En este sentido, resulta más propio hablar de personas que de individuos²⁵⁵ (González Ruibal 2006: 238), puesto que los fenómenos de agencia se relacionan más con la dimensión social que es inherente a la existencia de cualquier ser humano. Como señala Bell (1992) “...agency approaches can best be utilized only in those realms of human activity where the ideas and motives are widely shared”.

En este apartado, se van a tener en cuenta, por tanto, aquellos significados que las personas de una sociedad comparten y otorgan a los objetos cerámicos en consonancia con la semantización que se establece entre estos objetos en sí mismos así como con el resto del complejo artefactual. El desarrollo de una vida social requiere de un mínimo de prácticas materiales y sociales efectivas (Sigaut 1994; Dornan 2002), a través de la agencia las cerámicas entran consciente e inconscientemente también en la esfera de las prácticas y la vida social como cuerpo de transmisión de los valores culturales. Las cerámicas, al constituir un objeto de uso cotidiano, entran de lleno en el intercambio de significados que constituye la vida social diaria, donde se definen relaciones y eventos. El universo cerámico constituye una forma más que tienen a su disposición los individuos para transmitir, mediante símbolos abstractos cargados de significado, diferentes mensajes a distintas facciones de la comunidad (Sternier 1989: 451; Barley 1994: 76; LeCron 1994).

Como señala P. Prieto (1999: 75), “...los productos sociales que se crean en el seno de una comunidad se encuentran íntimamente relacionados con todos los ámbitos de su realidad, tanto material como imaginaria....también debemos aceptar que las características y elementos de una determinada sociedad se reflejan en todos los ámbitos de su producción material, dando lugar a la existencia de relaciones de complementariedad y compatibilidad entre códigos”.

²⁵⁵ Además, pueden existir diversas concepciones del propio término “individuo” en sí, puesto que la categoría de individuo no es un concepto estático. La idea de lo que es un individuo o persona varía en el tiempo y en el espacio, responde a determinadas dinámicas históricas y no existe una definición universal para definirlo (Dornan 2002; González Ruibal 2006).

El significado simbólico asociado a la tecnología de un objeto no tiene valor por sí mismo, sino que sólo tiene sentido dentro del contexto de relaciones que establece con el resto de símbolos o artefactos de una determinada sociedad. Es mediante la totalidad de los elementos del contexto cómo los individuos realizan una conceptualización y ordenación abstracta de las estructuras, otorgan significados compartidos y establecen una serie de relaciones y categorías que permiten estructurar su mundo socialmente en base a modelos fractales que se reproducen a distintas escalas (Lemonier 1986, 1990; LeCron 1994; Miller 1994; Sillar y Tite 2000).

En este sentido Sofaer (2006: 128) señala, “*Symbolic relationships between craft production activities and other aspects of human life may underpin belief systems, being used as a means of explaining the world.*” y también (2006: 134) “*Where materials are used in conjunction with each other, such as clay and wood in houses, or where materials have similar decorative, plastic or transformative potentials as in the case of clay and metal, or where basic forming or shaping techniques are shared between media, these may allow borrowings and exchange of ideas with common spheres of knowledge between crafts.*”

Considerando el trabajo en cerámica y la manipulación de otros materiales, se puede observar cómo se produce una interacción entre las tecnologías que se aplican en la producción de diversos tipos de artefactos en lo referente a esquemas de racionalidad, conceptos, conocimientos, técnicas, herramientas, espacios²⁵⁶, materiales empleados, cualidades, etc. También el perfil del individuo puede ser similar dependiendo de las actividades que se realizan, requiriendo éstas de conocimientos y perfiles más o menos especializados. En este sentido, la tecnología es socialmente significativa simultáneamente en múltiples niveles, lo que exige de una perspectiva amplia a la hora de interpretar su rol en la sociedad (Dobres y Hoffman 1994; Sillar 2000; Sillar y Tite 2000).

²⁵⁶ Por ejemplo, en Mallorca se documenta, en Época Moderna y Contemporánea, una relación entre la roturación de los montes para cultivar y el uso del combustible utilizado en la producción de cal viva así como la fabricación de carbón. Socialmente se trata de tres tecnologías vinculadas que aparecen ocupando los mismos espacios y entre las que debía existir una gran interacción de los individuos que las realizaron (Albero *et al.* 2010).

Etnológicamente se documentan importantes interacciones entre cerámica, dieta y tradiciones culinarias. También hay relaciones entre las técnicas usadas por los ceramistas y otras artes como la cestería o el trabajo en piedra donde se suelen utilizar formas parecidas o se suelen pulir las superficies. A veces, la utilización de determinados combustibles para cocer la cerámica se relaciona con otras tecnologías, como la agricultura²⁵⁷. Por otro lado, las herramientas utilizadas en la producción cerámica (molinos, morteros, pieles, cantos, etc.) pueden utilizarse en la fabricación de otros productos. Desde un punto de vista técnico, el trabajo con el metal está simbólicamente relacionado con la producción cerámica, en ambas producciones se suelen añadir materiales (estaño/cobre y desgrasantes/arcilla) sobre una base mayoritaria.

El golpeado y el sistema de inserción de elementos de presión son técnicas comunes en el modelado de cerámicas y metales. Además, la cerámica tiene un papel esencial en el proceso de fundición, ya que, las vasijas horno y las toberas son imprescindibles para poder reducir el mineral. La utilización de formas y patrones decorativos similares en objetos diferentes, como cerámicas y metales, puede estar relacionado con significados semejantes. También, la utilización de la propia cerámica como desgrasante puede asociarse a fenómenos como la refundición de metales, que constituyen un proceso simbólico del ciclo de vida, donde se extraen de la circulación unos objetos para crear otros nuevos. Finalmente, se constata una relación entre ciertas técnicas, así como entre los materiales, utilizados en la arquitectura con barro y la producción cerámica. A menudo, se utilizan arcillas, se preparan las pastas y se usan técnicas de modelado comunes. En algunas ocasiones, los materiales de construcción, como los adobes, pueden utilizarse en la confección de estructuras destinadas a cocer cerámica (Matson 1989; Barley 1994: 53-57; Pool 2000; Sillar 2000; Morales 2005; Sofaer 2006; Albero y Puerta 2009; Albero *et al.* 2010).

En definitiva, este tipo de interrelaciones entre distintas tecnologías no suceden únicamente con la producción de cerámica, sino que constituye un aspecto fundamental de todas las tecnologías (Sillar 2000).

²⁵⁷ Por ejemplo, en Fez (Marruecos) se constata la existencia de alfares que utilizan el residuo de la oliva tras extraer el aceite para la cocción de cerámica (Albero inédito).

Mediante la interacción que se produce durante la creación, utilización y deposición de diferentes artefactos se favorece la formalización de esquemas de racionalidad comunes, la cohesión social y la normalización de significados y símbolos.

A menudo, estas conexiones se basan en los enlaces sociales existentes entre los miembros de una familia, comunidad o región donde se comparten experiencias y conocimientos. En este sentido, resulta interesante plantear que existe cierta interacción conceptual entre las actividades que realizan personas que trabajan materias distintas, lo que permite el desarrollo, en una sociedad, de ciertos significados comunes y globales acerca de la materialidad²⁵⁸.

De esta aproximación social a la tecnología se deduce que, si se quieren analizar los enlaces existentes entre diferentes tecnologías, debe superarse la separación artificial que realizan los especialistas de cada disciplina arqueológica (estudios polínicos, carpológicos, geológicos, faunísticos, cerámicos, espaciales, etc.). Se tiene que reincorporar, por tanto, la información obtenida de las distintas especialidades en una aproximación más holística que reconozca la interacción esencial existente entre las actividades relacionadas con la producción, el consumo y la deposición de la cultura material (Sillar y Tite 2000).

Ya se señaló antes que el proceso por el que se desarrolla la agencia es complejo y que el significado que se da a los objetos, y por tanto a la cerámica, puede variar dependiendo de las personas que entran en contacto con la cultura material y la forma en que se producen estos contactos en el espacio y el tiempo (Dobres y Hoffman 1994; Miller 1994; MacGregor 1999; Dornan 2002; Carreras y Nadal 2003). Los objetos y las personas no pueden separarse arbitrariamente, éstos retienen aspectos relacionados con los individuos a los que se asocian durante su ciclo de vida. Pueden existir diferentes conceptualizaciones del objeto en función de si se trata del fabricante, del usuario o del grado de pertenencia de éstos dentro de una determinada sociedad. Del mismo modo, pueden producirse diferencias en los significados que otorgan a los materiales personas de distinto sexo y edad.

²⁵⁸ Por ejemplo, entre los *Shipibo-Conibo* de Perú (De Boer 1984) o en Oriente Próximo (Matson 1989), se realizan motivos decorativos distintivos que se localizan en un amplio abanico de materiales y que demuestran la interacción entre producciones de diverso tipo.

Desde su origen hasta llegar a las manos del último poseedor, la cerámica puede realizar un recorrido físico, pasando por diferentes individuos. Cada cambio de manos supone un contrato social entre dos partes que estipulan un valor determinado a la transacción. Este intercambio social, mediante mecanismos como la reciprocidad, la redistribución o la deuda social, comprenden prácticas reglamentadas socialmente afectando tanto a los individuos como al reparto de los recursos.

En cada etapa del ciclo de vida el objeto participa de forma más o menos diferente en la historia de cada persona y éste puede sufrir re-categorizaciones más o menos substanciales, sin tener que cambiar necesariamente de contexto. Sin embargo, el cambio físico o la translación de un objeto a un nuevo contexto social pueden producir un cambio de significado. La etnografía muestra ejemplos donde los objetos sufren este múltiple proceso de cambio de significados y de adquisición de mayor o menor valor económico, simbólico y social. Entender el contexto de vida de los objetos puede resultar crucial a la hora de comprender las características básicas de su ejecución. Diferentes contextos de vida pueden relacionarse con estrategias de ejecución determinadas (Miller 1994; MacGregor 1999; Salas 1999; Schiffer 2004; Carreras y Nadal 2003; Albero y Deyá 2009).

En definitiva, estos mecanismos suponen múltiples redefiniciones de la cultura material mediante la acumulación de funciones y significados en relación a unos usos morales y sociales dados. Los objetos se utilizan para definirnos y comunicar consciente e inconscientemente al resto de la comunidad nuestra pertenencia a un grupo social determinado. De este modo, cualquier inferencia a realizar sobre las sociedades pasadas pasa por tratar de entender la relación existente entre fenómenos materiales y abstractos y su significado (Dietler y Herbich 1998). Podemos concluir con las palabras de O. Gosselain (2008: 67) en que este significado es “...*always situational –that is, heavily dependent on the context within which things, knowledge and know-how are acquired and put into practice...Since what people think about their actions weighs heavily on decision-making, and, consequently, on the evolution of techniques and material culture, one cannot hope to understand such cultural elements, or exploit them in historical studies, without seeing them in their broader context.*”.

26.1.2. Cerámica e identidad.

“It is only normal that we do not process clay in a similar way, since we are different”

Un alfarero de Níger (Gosselain 2008: 71-72).

Como se ha señalado, las personas otorgan ciertos significados a la totalidad de su cultura material con la finalidad de construir socialmente y simbólicamente su entorno. Mediante este mecanismo los objetos indican el ámbito de relación y pertenencia de los individuos, de modo que resulta habitual que la cultura material presente ciertos rasgos característicos con el objetivo de fortalecer unos orígenes étnicos o bien intereses comunes (Lemonier 1993; Dobres y Hoffman 1994; Miller 1994; Sigaut 1994; Dietler y Herbich 1998; MacGregor 1999; Dornan 2002; Carreras y Nadal 2003; García Rosselló 2008: 65). Como señala P. Prieto (1999: 77) *“La variabilidad de la cerámica se corresponde con la variabilidad social, aunque no necesariamente de manera directa, y esta variabilidad se reflejará tanto dentro de un mismo grupo social (a través de procesos de diferenciación) como entre grupos distintos construyendo identidades socioculturales. La cerámica, por lo tanto, sería más una formalización social que individual.”*

Como señala J. García Rosselló (2008: 49) *“Las variantes técnicas tienen una función distintiva y van a significar referencia de identidad de los miembros que las desarrollan”*. De este modo, etnográficamente, se ha documentado como la distribución de determinadas tecnologías cerámicas generalmente coincide con enlaces sociales, étnicos, lingüísticos o familiares. Existe un sólido vínculo entre estas tecnologías y significaciones de tipo identitario e incluso cosmológicas²⁵⁹, que se utilizan consciente e inconscientemente para distinguirse de otros individuos, etnias, tribus o sociedades (Varela 1990; Barley 1994; Livingstone-Smith 2000; Gosselain 2000; Pool 2000; Gosselain 2001 en Martineau 2001; Stilborg 2003; Fuller 2005; Gallegos y Armijo 2008; Gosselain 2008; Albero y Puerta 2009).

²⁵⁹ Por ejemplo, los *Shipibo-Conibo* de Perú decoran cerámicas y otros contenedores, como tejidos, casas e incluso sus propios cuerpos, con motivos que tienen una significación religiosa ya que, en sus mitos apocalípticos, se señala que este lenguaje simbólico explícito se realiza con la finalidad de que los dioses puedan identificar a los elegidos, es decir a los miembros de esta sociedad que utilicen estos elementos, en el momento de la destrucción del mundo. Los alfareros de esta tribu no son capaces de distinguir las producciones de distintos artesanos, salvo la realizada por aquellos alfareros que destacan por su mayor pericia técnica y grado de elaboración. La mayoría de las veces sólo son capaces de señalar si pertenecen a su poblado o grupo étnico (De Boer 1984).

Desde una visión no esencialista, la cerámica, y los materiales que la componen, son materias manipuladas por el ser humano en su vida cotidiana a nivel individual y grupal. Por tanto, en la cultura material se pueden visualizar fenómenos directamente relacionados con el mundo de las ideas, siempre que éstos se enmarquen dentro de un contexto determinado donde los objetos cobran sentido práctico. Es en esta simbiosis entre contextos, ideas y objetos donde conductas compartidas y determinadas formas de hacer tienen razón de ser. A través de las ideas y la cultura material participamos de forma activa en la construcción del pasado, del presente y el futuro. En definitiva, es a través de nuestra forma de percibir, pensar y de nuestras acciones como definimos nuestra posición en el mundo, nuestra identidad respecto a los demás. Como señala Tilley (2006: 4) “...identity questions refract both notions of similarities and differences, ruptures and continuities with others, movement and stasis, reconstructed pasts and imagined futures. Identity is transient, a reflection on where you are now, a fleeting moment in a biography of the self or the group, only partially connected to where you might have come from, and where you might be going”.

Así pues, el concepto de “identidad” implica igualdades y diferencias, como Prieto señala (1999: 85) “Implica igualdad dentro de un grupo local, dentro de una sociedad o incluso dentro de una cultura porque la voluntad de saber (la tradición, la ideología, la tecnología, el discurso de poder) armoniza aparentemente las contradicciones sociales mediante un juego de similitudes con la virtualidad de encubrir la heterogeneidad existente dentro de una sociedad. Implica diferencia entre entidades de la misma categoría (grupal, social, cultural) porque bajo la apariencia de homogeneidad se está reforzando la distinción frente al “otro”.”

La construcción de la identidad no se realiza desde una *tabula rasa* sino que en ello juegan un papel determinante el pasado y el presente y, en relación a éstos, conceptos como aceptación, negación y resistencia. El contexto, las ideas y la cultura material previa participan, al interactuar con ellas el individuo, de forma activa dentro del proceso de creación y constituyen el marco de referencia de las acciones que se desarrollan en el presente, determinando, en parte, el modo en el que van a suceder los cambios en el espacio y el tiempo. De todas formas, aunque el pasado tiene importancia en el proceso, el actor que determina realmente la continuidad o la ruptura de una determinada forma de actuar es el individuo y su capacidad para desenvolverse en el mundo construyendo su presente mediante la manipulación de su pasado.

El individuo es, por tanto, sensible a los cambios materiales e ideológicos que se suceden en el contexto en el que vive, siendo, en muchas ocasiones, capaz de actuar de acorde a ello; de esta manera la identidad es también susceptible de mutar ante el cambio. El desorden y el cambio también tienen lugar en los puntos de vista del mundo, de modo que incluso el modelo más rígido es susceptible de transformarse. Nos remitimos de nuevo a Tilley (2006: 5) *“Identity becomes, in part, something that may be chosen, constructed and manipulated. Reflections on identity thus carry within themselves a sense of possibility, of being different and making a difference, a potentiality for changing the self and changing society”*.

Todos los planteamientos previos, relacionados con las ideas, la materialidad y la construcción del contexto social en el que viven los individuos se relacionan directamente con procesos tecnológicos de producción, uso, intercambio y deposición de las cerámicas. Cada uno de estos procesos implica una serie de conductas y acciones que se sitúan dentro de este marco de acción.

De este modo, la repetición de determinadas conductas que realizan las personas, posible gracias a la interacción social, a los mecanismos de transmisión de conocimientos, los contextos de aprendizaje y los hábitos adquiridos, favorece el establecimiento de formas de hacer concretas. Éstas acaban dando lugar a tradiciones tecnológicas espacial y temporalmente localizadas que permiten reforzar la identidad y la cohesión de los grupos sociales (LeCron 1994; Miller 1994; Livingstone-Smith 2000).

El estudio de la interacción que se produce entre un grupo social, por ejemplo los alfareros, resulta muy importante, ya que refleja el grado de comunicación que existe entre los individuos que se dedican a esta actividad, así como la posible formalización de unas señas de identidad que establecen y favorecen dichas interacciones. Abordar el rol que cumple la cerámica en la formación, expresión y reproducción de la identidad a través de sus procesos de producción, uso, intercambio, mantenimiento y deposición resulta complicado pero no imposible. De hecho algunos autores como Gosselain (2008: 67) sugieren, a partir de estudios etnográficos, que no se puede interpretar correctamente la cerámica si no se consideran este tipo de parámetros sociales de la producción *“...one cannot make much sense of...pottery traditions without considering the multiple facets of the potters social identity, the historical processes that affected the area...and the movements of individuals...”*.

Partiendo de estas premisas, si se caracterizan los rasgos de los artefactos y se consigue indagar en los materiales y en las técnicas utilizados en su fabricación, es decir, en las conductas humanas que los generaron dentro de una serie de prácticas cotidianas, se estará en disposición de abordar las complejas interacciones que se producen entre objetos, personas y sociedad. De esta manera, la elección de determinados materiales y técnicas puede tener una significación ideológica y simbólica relacionada con tradiciones tecnológicas ancestrales que poseen una fuerte carga social e identitaria²⁶⁰ (Lemonier 1993; Dietler y Herbich 1998; Prieto 1999; Gosselain 2000; Livingstone-Smith 2000; Jones 2000; De la Fuente 2007; Druc 2009; Odriozola y Hurtado 2009; Szákmany y Starnini 2007; Gherdán y Kováth 2009).

Finalmente, hay que señalar que sólo se puede hablar de la existencia de una relación entre identidad y tecnología cuando ésta no resulta algo problemático, sino un estado que no es sometido a crítica. Sin embargo, la existencia de ciertas pautas de comportamiento comunes no significa que no haya espacio para las iniciativas individuales, sólo que éstas únicamente tienen éxito, continuidad y prosperan en el seno de la comunidad bajo ciertas circunstancias. La repetición de determinadas conductas tecnológicas no debe ser entendida, por tanto, en términos estáticos e inamovibles. La repetición de conductas no excluye de la existencia de un proceso dinámico, mutable y en constante construcción donde los individuos mediante su conducta activa y sus acciones, conscientes e inconscientes, deciden su identidad y su forma de organizar el mundo presente y futuro. Este hecho lleva a plantear la capacidad de perduración que tienen las distintas elecciones tecnológicas a través del tiempo y de los fenómenos que posibilitan su mantenimiento o su desaparición (Gosselain 1992; Pffafenberger 1992; Barley 1994: 112; Dobres y Hoffman 1994; Dietler y Herbich 1998; Bentley y Maschner 2001; Tilley 2006).

²⁶⁰ Las distintas técnicas utilizadas en la producción de cerámica están relacionadas, en la India, con la definición de las “castas” y las “subcastas”, y con cuestiones de “identidad”. No es el producto final, sino el conjunto completo de los procedimientos técnicos utilizados por los alfareros lo que define a los grupos (De la Fuente 2007). Del mismo modo, Livingstone-Smith (2000) ha corroborado que la variación en los tipos y las proporciones de desgrasantes utilizados entre los alfareros de Faro (Camerún) pueden relacionarse con diferentes grupos étnicos y lingüísticos. Lo mismo parece suceder en la zona de Ancash (Perú) en lo que se refiere a las técnicas de modelado (Druc 2009).

26.2. Organización social y organización de la producción.

Uno de los temas que más se ha tratado en los estudios de cerámica es la organización de la producción²⁶¹ y su relación con la estructura social. Los rasgos técnicos de los artefactos se corresponden con la forma en la que se organiza la producción de modo que “*Transformación tecnológica de los artefactos y modificación de la estructura productiva están relacionados.*” (García Rosselló 2008: 52).

De esta manera, se ha tratado de establecer, a menudo partiendo de la etnografía combinada con un marco conceptual y teórico procesual, una serie de indicadores asociados a determinados tipos de organización de la producción. La finalidad consiste en constituir unas categorías o modelos generales²⁶² con una serie de indicadores referidos a formas concretas de organizar la producción cerámica a los que los arqueólogos pueden acudir para interpretar su registro.

De esta manera, los arqueólogos procesualistas han tratado de implantar una serie de correspondencias de carácter universal con la finalidad de favorecer la interpretación de la variabilidad, el cambio tecnológico y los rasgos de los artefactos en términos de organización y estructura de la producción. En este tipo de posturas, la variabilidad y los cambios observados en la cerámica son vistos como indicadores de desarrollo tecnológico, entendiendo que el desarrollo de la propia tecnología determina los rasgos de la cerámica, su proceso de fabricación y la organización de la producción. Según esta tendencia, la tecnología por sí misma provoca cambios en la sociedad y determina el modo en que ésta se organiza (Kingery 1984; Rice 1984b; Harry y Bubemyre 2002; Colomer Solsona 2005; García Rosselló 2008: 54).

Uno de los principales problemas que se ha atribuido a este *corpus* teórico consiste en la forma en que se establece la relación entre estas categorías e indicadores generales con la realidad específica observada en los artefactos de un determinado contexto. Las críticas acusan la debilidad de los vínculos establecidos entre el proceso de fabricación y la organización de la producción en términos, muchas veces empíricos, de especialización, eficiencia, escala de la producción, etc.

²⁶¹ Un resumen del gran número de estudios que han abordado este tema puede consultarse en Longrache (1999).

²⁶² Ejemplos de este tipo de categorías pueden consultarse en Rice (1984b) o en García Rosselló (2008: 56).

De este modo, ya P. Rice (1984a) señaló que no se pueden realizar generalizaciones de los patrones de cambio y continuidad ya que diferentes sociedades pueden manifestar distintas motivaciones en el modo en el que desarrollan la producción cerámica. Por su parte, J. García Rosselló (2008: 54) señala que “...*aunque la creación de modelos es importante por su valor para documentar el sistema de organización, es más significativo distinguir los diferentes parámetros que definen la organización...ésta se inserta dentro de los sistemas políticos, sociales y económicos...*”. Este autor (2008: 59) señala además que a menudo estos modelos interpretativos diseñados desde la etnografía utilizan indicadores de la organización de la producción que “...*no se han establecido en función de su representación material, sino en base a criterios difícilmente identificables en el registro arqueológico*”.

Estudios más recientes (Courty y Roux 1999; Roux 2003; García Rosselló 2008) proponen que la adopción de una tecnología está fuertemente determinada por las formas de organización y las necesidades sociales de cada grupo concreto. De esta manera, esta tendencia supera el materialismo cultural y no minimiza la importancia de los contextos sociales organizativos en la configuración de los materiales y las formas de producción.

Como señala P. Prieto (1999: 86) “...*la cultura material es una representación que expresa una realidad social que se utiliza como medio de expresión en la producción de las relaciones sociales...*”.

Algunos estudios etnográficos (Arnold 1984; Gosselain 1994, 1996 y 2000; Livingstone-Smith 2000; Sillar y Tite 2000; García Rosselló 2008), han señalado la existencia de determinados esquemas comunes de producción relacionados con la utilización de determinados conceptos²⁶³, materias primas, fabricación de pastas, estrategias de modelado, decoración y cocción, en definitiva cadenas operativas y productos cerámicos concretos, como consecuencia de la interacción sociocultural de los artesanos.

²⁶³ Uno de estos conceptos básicos que sirven para organizar el diseño de las cerámicas y otros objetos es la simetría, así mismo también existe un concepto espacial en la cerámica. Algunos autores han señalado que el principio de simetría resulta lo bastante universal como para estructurar la búsqueda de la interacción social entre los alfareros a partir de las tendencias observadas en la cerámica. Ello conlleva la repetición de diseños concretos en determinadas partes de las vasijas o según el tipo, la forma, la función, etc. (Shepard 1956: 167; Arnold 1984; Jones 2002; Sofaer 2006).

Esta correlación en el diseño de las piezas a nivel espacio-temporal se considera entonces producto de interacciones y determinadas formas de organizar socialmente la producción en el seno de la comunidad. En este sentido, más que acogernos a una serie de patrones ideales de la estructura social de la producción, se ha considerado vital indagar a través de los rasgos de los productos en el grado de interacción que existió entre los artesanos, y entre éstos y los usuarios. No hay duda de que la conducta humana y sus productos están fuertemente determinados por el contexto, donde éstos interactúan con otros aspectos de la cultura. La intensidad y el grado de variabilidad o de regularidad de las acciones y los productos fabricados no pueden entenderse sino dentro de unos contextos sociales y simbólicos determinados (Prieto 1999).

Finalmente, algunos autores (Sigaut 1994; Arnold 1999; Jones 2004; García Rosselló 2008: 55) abogan también desde la etnografía por un término medio entre estas tendencias. Tampoco resulta recomendable una visión de la cerámica donde los artefactos, la tecnología y el cambio tecnológico, se muestren inactivos y determinados únicamente por formas de organización social. La totalidad de los rasgos característicos de la producción no tienen por qué asociarse con formas de organización determinadas. Se debe considerar también que el entorno y los materiales disponibles, así como los propios artefactos y sus propiedades técnicas participan e interactúan con los modos de organización de la producción y por ende de los estilos de vida.

En este sentido, el rechazo sistemático de cualquier de estas posturas puede resultar perjudicial a la hora de contar con un mayor número de factores en el discurso interpretativo. Se puede alcanzar un consenso en el análisis de la organización de la producción al incluir de forma conjunta parámetros medioambientales y tecno-funcionales con otros contextuales y sociales (Livingstone-Smith 2000). No se pueden separar los aspectos sociales de las propiedades físicas de los artefactos ya que ciertas cualidades de los materiales o la adopción de ciertas técnicas pueden limitar o estimular el desarrollo de determinadas prácticas sociales y formas de organización. Por ejemplo, la técnica de modelado a mano proporciona un método de producción que ofrece, al no intervenir otros elementos que determinan la forma como el torno y especialmente el molde²⁶⁴, una mayor libertad potencial para plasmar formas y, por tanto, las ideas del

²⁶⁴ Esta es una apreciación reduccionista de las técnicas de modelado puesto que pueden combinarse diferentes técnicas, por ejemplo, la técnica de rulos se puede aplicar realizando finalmente una uniformización final mediante torno. De todas formas, el uso adicional del torno implica una secuencia de gestos completamente diferentes (Balfet 1984).

individuo, que ve incrementado su radio de acción social mediante la materialidad²⁶⁵ (Balfet 1984; West 1992: 143; Barley 1994: 51; Sigaut 1994; Jones 2004; Tite 2008).

De esta manera, el desarrollo de una determinada cultura material implica el establecimiento de un proceso de *feedback* en el que se produce una interacción dinámica y multidimensional entre tecnología, materialidad y contexto social e ideológico. Ello da lugar a tradiciones tecnológicas concretas y a determinadas formas de organización de la producción. Se combinan, por tanto, varias tendencias teóricas con la finalidad de crear una base epistemológica que permita abordar la complejidad social a través del estudio del registro material. Esta aproximación se realiza mediante la integración de la *Teoría de la Práctica* de Bordieu, las teorías de la escuela francesa centradas en el estudio de la tecnología en la cultura (Lemmonier 1993), la antropología y, finalmente, una perspectiva histórica (Pfaffenberger 1992; Dobres y Hoffman 1994; Dietler y Herbich 1998).

Estas cuestiones llevan a hacernos dos preguntas básicas, planteadas por Dietler y Herbich (1998: 234) “...*how does material culture originate in its social context?*” *That is, what are the social processes and structures that condition the production and reproduction of material culture?...What social and technical roles does material culture serve and in what ways does material culture in the performance of these roles, reciprocally affect social structures and processes?*”. La primera de las preguntas, que se abordará posteriormente, se relaciona directamente con las estrategias que utilizan los individuos y las personas para comunicarse, interaccionar y transmitir sus conocimientos en determinados contextos sociales con la finalidad de organizarse y crear un complejo artefactual concreto. La segunda pregunta implica el rol que cumplen los propios objetos y sus rasgos en relación a la creación, consolidación y reproducción de determinadas estructuras sociales.

²⁶⁵ Por ejemplo, en sociedades como la Kabyle en Magreb el modelado a mano se considera como un continuo proceso de creación de formas (Balfet 1984).

El conocimiento de las relaciones sociales en sociedades pasadas puede realizarse únicamente a través del establecimiento de indicadores y conexiones observadas en el registro material y en contextos determinados. Un aspecto determinante consiste en concretar un marco teórico-metodológico que permita definir conscientemente estrategias apropiadas para identificar qué rasgos de los materiales proporcionan información sobre los procesos sociales y en qué modo (Dietler y Herbich 1998).

J. García Rosselló (2008: 61) ha sintetizado algunos de estos indicadores, determinantes para poder establecer cómo se organiza la producción y el consumo de las cerámicas en la sociedad. Estos indicadores son: 1) localización de centros productores, 2) tipo y cantidad de piezas fabricadas, 3) patrón de distribución de las piezas, 4) organización de los espacios utilizados en el proceso de producción, 5) gestión de las materias primas, 6) técnicas utilizadas, 7) variabilidad de las pastas y las formas, 8) cualidades del producto final, 9) volumen de desechos y 10) herramientas utilizadas.

Si bien la conjunción del mayor número posible de estos indicadores resulta la mejor opción a la hora de abordar la organización de la producción debemos ser conscientes de ciertas limitaciones, como señala Tite (2008: 222) *“Except when direct evidence comes from the excavation of a pottery workshop, one has to infer the mode of production from the surviving pottery itself. Factors that need to be considered in this latter situation include the degree of standardization, the labour requirements and level of craft skill, the level of technology and investment in permanent facilities and equipment, and the pattern of distribution.”*

En nuestro caso, y dados los datos que se pueden obtener del análisis de las cerámicas y su contexto de deposición, nos vamos a centrar especialmente en los puntos 1, 2, 3, 5, 6, 7 y 8 para abordar la significación de los materiales cerámicos. No podemos, al no conocer con seguridad las áreas de trabajo, abordar directamente la organización de los espacios de producción, el volumen de los desechos generados, ni las herramientas implicadas en la fabricación cerámica, si bien estos son aspectos sobre los que puede inferirse relativamente también a partir del estudio de las pastas.

En definitiva, en el análisis de la organización social de la producción no se va a seguir ninguno de los modelos de producción establecidos de antemano por las propuestas procesuales y se va a utilizar como marco-guía un modelo propio basado en los conocimientos que se tienen en la actualidad de la organización socioeconómica observada en las comunidades que poblaron las Islas Baleares durante los distintos periodos de la prehistoria. En este marco concreto se ha profundizado en varios aspectos a partir de los indicadores antes señalados, como la especialización de la producción, la variabilidad de los artefactos y el perfil de los artesanos, que se han considerado aquellos parámetros de mayor utilidad para abordar la organización de la producción en base a los estudios de pastas.

Pensamos que el estudio de estos parámetros así como el contexto social en el que se enmarcan las propias piezas representan un proceso a la vez inductivo y deductivo que supone la mejor forma de dotar de solidez aquellas interpretaciones acerca de la significación de los modos de producción observados en la cerámica y su relación con la organización social.

26.2.1. Grado de especialización de la producción.

Como se ha visto, en los estudios de cerámica se suelen relacionar las características de los artefactos con determinadas formas de producción y de organización social, especialmente en base al análisis del grado de especialización de la producción y de las conductas tecnológicas seguidas por los alfareros y los usuarios. El estudio de la materialidad, de sus cualidades y de los procesos de elaboración, resulta entonces fundamental para poder comprender el rol que desempeñan los objetos en la cultura. A pesar de que esas relaciones no sean siempre fáciles de visualizar y mucho menos predecibles, consideramos que los ceramistas actúan en su modo de producción de acuerdo con un modelo real que tiene en cuenta la sociedad en su conjunto (Barley 1994: 81; Harry y Bubemyre 2002).

En base al grado de especialización de la producción podemos aproximarnos a formas de organización que están en relación con determinadas necesidades sociales. Arqueológicamente, este tipo de cuestiones pueden abordarse a través del estudio de los atributos tecnológicos de la cerámica ya que éstos remiten directamente a las acciones conscientes o inconscientes de los artesanos y su correspondencia con una determinada conducta tecnológica. Estas elecciones tecnológicas que realizan los alfareros y otros individuos se pueden conocer a través del estudio de las propias cerámicas y sus contextos de producción y uso. Autores como Rye (1976: 106) señalaron que materiales y técnicas específicas utilizadas en la producción cerámica se seleccionan, a menudo, por factores culturales. Arqueológicamente, hipótesis acerca de la organización de la producción que estén relacionadas con aspectos socioculturales carecen de valor hasta que no se han estudiado las cualidades, es decir las limitaciones y ventajas, que ofrecen los materiales en referencia a su uso utilitario y social.

Etnográficamente los investigadores identifican el grado de especialización de la producción cerámica a partir del tiempo que los artesanos dedican a su producción y por el grado de subsistencia que aporta la misma (García Rosselló 2006). Como K. Vaughn y H. Neff (2004: 1579) señalan, “*By specialization, we mean that they were made by producers who manufactured more goods than they consumed.*”

Sin embargo, en los estudios de cerámicas arqueológicas el grado de especialización de la producción debe establecerse a partir de los rasgos de la propia cerámica con el objetivo de conocer la complejidad social de una sociedad. En este sentido, Costin (1986 en García Rosselló 2008: 54), define especialización como “*la regular y repetida adopción de comodidades...*”. Una regularización de las formas de producción suele ir acompañada de una regularización social de los recursos utilizados por un grupo en particular. Esta regularización tiene su reflejo en una reducción de la variabilidad de los materiales manufacturados a partir de esos recursos y de un determinado perfil de los artesanos. De este modo, artefactos muy homogéneos en lo que se refiere a los materiales, las técnicas y las formas utilizadas en su confección se consideran producto de una conducta especializada y centralizada mientras, una escasa homogeneidad artefactual indica el fenómeno contrario (Rice 1987: 202; Clark 2007). En este sentido, tratar de establecer el perfil más o menos especializado del artesano y el grado de variabilidad de la producción se revelan clave para indagar sobre cómo se organiza la producción socialmente.

26.2.1.1. Análisis del grado de variabilidad de la producción.

La variabilidad del registro puede conocerse organizando el conjunto cerámico en base a distintos segmentos espaciales y temporales que comprendan variables que informen acerca de la rutina y la repetición de acciones relacionadas con los recursos y las técnicas utilizadas en la producción y con productos cerámicos con determinadas propiedades y usos potenciales. La variabilidad de los artefactos puede manifestarse tanto en el tiempo como en el espacio y puede incrementarse cuando aumenta la distancia social. Es en estas esferas donde la información se renueva constantemente y donde existen múltiples alternativas materiales, sociales y culturales. El espacio en el que se desarrolla la producción así como los contextos de uso de los artefactos también constituyen variables que pueden influir en la tecnología, en la escala de la producción y en la variabilidad que se observa en el registro arqueológico²⁶⁶ (Balfet 1984; De Boer 1984; Rice 1984b; Longrace 1999; Arnold 1999; Harry y Bubemyre 2002).

La especialización puede manifestarse de múltiples formas lo que exige de un tratamiento dinámico y multidimensional del término, nunca unilineal. La complejidad existente entre los procesos de variabilidad del registro y la especialización de la producción exige considerar todo el universo que envuelve a la cerámica para realizar una interpretación social más compleja de estos fenómenos. Ello implica estudios que van desde el análisis de los procesos de fabricación a partir de la composición de las pastas, las trazas de modelado y de acabado de superficies, la decoración, la tipología y la morfometría de las piezas, a otros que abordan el uso, el intercambio y la deposición de las piezas a través de estudios contextuales y el análisis de contenidos y de huellas de uso. Una vez más, hay que remitirse a una visión multidimensional y macro-escalar de la cultura material en su conjunto así como de los rasgos organizativos que de la observación de la misma se derivan.

²⁶⁶ Pueden producirse variaciones en el registro cerámico considerando la producción y el uso de las cerámicas en espacios públicos o privados. Si la producción y el uso de las cerámicas se desarrollan dentro del ámbito doméstico las áreas de trabajo confluyen con aquellas destinadas a la vida cotidiana. En estas situaciones las cerámicas que se producen y usan están sujetas a riesgos derivados del paso de individuos y animales. El secado de las piezas fuera de las estructuras domésticas evita estos riesgos pero provoca otros, como una mayor exposición a agentes meteorológicos no deseables. Por otro lado, movimientos de la vasija del interior al exterior de la vivienda incrementan también las posibilidades de fracaso y la necesidad de producir más piezas (De Boer 1984; Mills 1989; Cruz 1996; Arnold 1999).

Resulta de suma importancia, por tanto, insertar los datos obtenidos de la producción de cerámica en un contexto socioeconómico general que permita contrastar la viabilidad social de las conclusiones obtenidas del análisis de variabilidad en términos de organización social.

Si bien observamos que la arqueometría cerámica se revela absolutamente necesaria para establecer el grado de variabilidad de la producción, algunos autores (Rice 1991; Longrace 1999; Arnold 2000) han observado que establecer la variabilidad en base a escalas métricas, por tanto muy precisas, puede no ser el método más adecuado. Normalmente, en producciones a mano resulta difícil la reproducción exacta de dos piezas, en este tipo de producciones la estandarización, o la puesta en común de ideas, puede producirse a una baja resolución numérica. En este sentido, a menudo, las escalas y métodos utilizados para la toma de datos así como las técnicas estadísticas empleadas pueden ser excesivamente precisos y rígidos.

Ello significa que *“There is therefore no necessary or inherent relationship between the mineralogical and chemical variability of raw materials and the behavior of potters. Archaeologists should not expect potters’ choices to have consistent or precise qualitative or quantitative compositional correlates in the paste”* (Arnold 2000: 10). De todos modos este autor incide en como los hechos sociales no deben estar desvinculados de las interpretaciones tecnológicas ya que, muchas veces, éstos constituyen el único medio para explicar la variabilidad en el registro material y su significación.

Al margen de estos inconvenientes, la especialización en la producción suele vincularse con una baja variabilidad de determinados rasgos de los artefactos. Sin embargo, se pueden distinguir dos tipos de estandarización de la producción, donde una escasa variabilidad puede vincularse con fenómenos diferenciados aunque no excluyentes (Longrace 1999):

a) La que es consecuencia de la práctica, es decir, de la combinación específica de gestos técnicos en base a la repetición de hábitos y de la experiencia adquirida a través del tiempo. En este sentido, producciones domésticas, no especializadas, pueden presentar cierta estandarización en diversos aspectos de la producción como en las pastas o la métrica de las piezas.

En estos casos, el alfarero “siente” o intuye cuando una arcilla está preparada así como la cantidad de materia prima a utilizar para cada pieza. Sin embargo, pueden existir algunas diferencias en las cerámicas que pueden permitir distinguir a los alfareros o individuos entre sí así como a la producción que realizan como conjunto.

b) La que es consecuencia de un esfuerzo extra del artesano para homogeneizar su producción de acuerdo a unos criterios técnicos y sociales. En este sentido, la demanda que realizan los usuarios de la cerámica puede motivar que el productor realice una producción más estable en aspectos como las pastas, la forma o la métrica. Etnográficamente, Longrace documenta cómo algunas alfareras reconocen que la demanda determina en gran parte el grado de especialización de su producción.

26.2.2.2. Perfil de los artesanos.

Otro aspecto que tradicionalmente se ha relacionado con la organización de la producción y las cualidades y el grado de variabilidad de las cerámicas es el papel que cumple el perfil del artesano a la hora de favorecer un proceso repetitivo de acciones que posibiliten cierta estandarización de la producción y la transferencia social del conocimiento tecnológico (Budden y Sofaer 2009). De este modo, *“Skill is central to the reproduction of all material culture forms and is the basis of all technological activity...transfer of skill from one generation to another is embedded within social sanctioned learning strategies that influence and are influenced by social continuity or change. This relationship between skill and broader social mechanisms makes it...an important subject for archaeologist to explore in their quest to use material culture to interpret past life courses”* (Budden 2009).

El perfil más o menos especializado de los artesanos respecto a una determinada forma de hacer se relaciona con la regularidad con la que éstos usan técnicas y procedimientos concretos. Incrementando la producción se incrementa el número de repeticiones de las acciones y las experiencias, mediante la práctica continuada el alfarero adquiere unos determinados perfiles o pautas de comportamiento que pueden desembocar en un producto más estandarizado²⁶⁷.

²⁶⁷ Por ejemplo, los estudios realizados en San Nicolás (Filipinas) sobre producciones domésticas de tres generaciones de alfareras determinaron que los productos más estandarizados estadísticamente eran los

De este modo, se incide en cómo diferencias en las formas de fabricación de las cerámicas pueden reflejar distintos perfiles de alfareros (Blackman 1993; Costin y Hagstrum 1995: 623; Longrace 1999; Arthur 2003; Roux 2003; Budden 2009; Budden y Sofaer 2009).

En este sentido, se apuesta por abordar las cualidades de la cerámica en lo que se refiere a los materiales y las técnicas utilizadas así como a los productos finales obtenidos para abordar el grado de especialización del artesano. El grado de preparación de la pasta, la calidad de las técnicas de modelado, acabado y cocción²⁶⁸ van a revelar importantes datos sobre el propio artesano, su grado de implicación en la producción y la consistencia de los sistemas de aprendizaje utilizados.

En base a estas premisas, se establecen dos categorías generales contrapuestas que representan artesanos con distintos perfiles en relación a los procesos de fabricación y al producto final obtenido. De todos modos, rechazando una aplicación universal de estos modelos generales, se debe contemplar un gradiente de posibilidades entre ambas opciones en base a multitud de especificidades socioculturales.

a) Perfil poco especializado: Son alfareros que utilizan materias primas poco depuradas y tratadas, las pastas suelen estar mal mezcladas, durante el modelado las juntas de los rulos están mal selladas y, finalmente, las cocciones suelen ser poco uniformes. El producto final suele relacionarse con piezas poco simétricas y con un escaso consenso en lo que se refiere a las pastas y la tipología, donde suelen predominar fenómenos de polifuncionalidad. Este tipo de rasgos suelen asociarse con los productos desarrollados por ayudantes o aprendices presentes en la producción de cerámica (Vidal 2008a). Todos estos aspectos condicionan, en estos casos, una producción y unas soluciones tecnológicas donde predomina una alta variabilidad.

realizados por las personas de más edad. Estas personas llevaban más tiempo familiarizados con la producción, de todas formas, existía un gran parecido formal entre los productos de los distintos productores (Longrace 1999).

²⁶⁸ La cocción es precisamente una de las fases del proceso de fabricación que se considera requiere de ciertos conocimientos para el mantenimiento y la reproducción de las estrategias y las estructuras utilizadas (Sillar y Tite 2000).

b) Perfil especializado: Son artesanos que utilizan materias primas muy estandarizadas, donde las pastas están bien preparadas y el modelado se presenta cuidado, con las juntas de los anillos bien trabajadas, las cocciones y los tratamientos de superficie suelen ser más uniformes. Alfareros con este tipo de perfil suelen obtener productos composicionalmente parecidos, muy simétricos y tipológicamente estandarizados, obedeciendo, a menudo, la diversidad artefactual a distintas funciones. La variabilidad del registro se reduce, organizándose, en algunos casos, en base a criterios tipológicos y funcionales.

Todas estas variables se relacionan, además de con el perfil del artesano, con el tiempo y el esfuerzo que éste invierte en su producción. Esta aproximación puede resultar útil pero se debe considerar también, como se ha demostrado a menudo etnográficamente, que alfareros altamente especializados pueden adecuar el proceso de fabricación y el tipo de producto final a desarrollar en función de la demanda que realizan los usuarios²⁶⁹ y del contexto socio-histórico en el que se sitúa la producción que realizan.

Por otro lado, hay que contemplar que la producción puede recaer en uno o en más individuos, un ceramista puede desarrollar todo el proceso de producción por sí sólo o bien puede requerir de cierta asistencia (Vidal 2008a). De este modo, en sistemas de producción complejos, se puede reducir la visión que tienen los distintos artesanos sobre la globalidad del proceso de producción, concentrándose sus acciones en fases concretas de dicho proceso. En estos casos, las distintas fases que comprende la consecución de un artefacto pueden ser desarrolladas por diferentes individuos. En estas situaciones, la homogeneización de la producción no implica necesariamente un perfil más especializado de todos los alfareros que intervienen en la fabricación²⁷⁰ de las piezas. En este tipo de estrategias se segmentan las distintas fases de la cadena operativa entre distintos individuos, consiguiéndose una mayor especialización y eficiencia dentro del proceso de fabricación que permite incrementar la escala de producción.

²⁶⁹ Etnográficamente se documenta como ceramistas altamente cualificados, que realizan producciones especializadas, realizan producciones poco cuidadas para su uso personal o bien pueden quedarse con aquellas piezas de peor calidad a las que difícilmente pueden dar salida (García Rosselló c. p.).

²⁷⁰ En sociedades como los Quinua que realizan una producción a molde en la Península de Yucatán (México) la escala de la producción y el grado de homogeneización son muy altos, sin embargo, el grado de formación del ceramista, necesario para desarrollar el modelado de las piezas, es muy bajo (Arnold 1999).

La segmentación de la producción tiene como resultado una forma de organización más compleja donde se produce la deslocalización del conocimiento del proceso de fabricación. El conocimiento pasa de estar concentrado en un sólo individuo a múltiples, lo que se ha denominado un “perfil agregado”. En estos últimos casos, es poco factible que un sólo ceramista posea todos los conocimientos necesarios para desarrollar la totalidad del proceso de creación una vasija. En definitiva, a pesar de presentar un producto estandarizado y poco variable, según D. Arnold (1999), cuanto menos participen los individuos del proceso de producción, menor perfil especializado tendrán los artesanos.

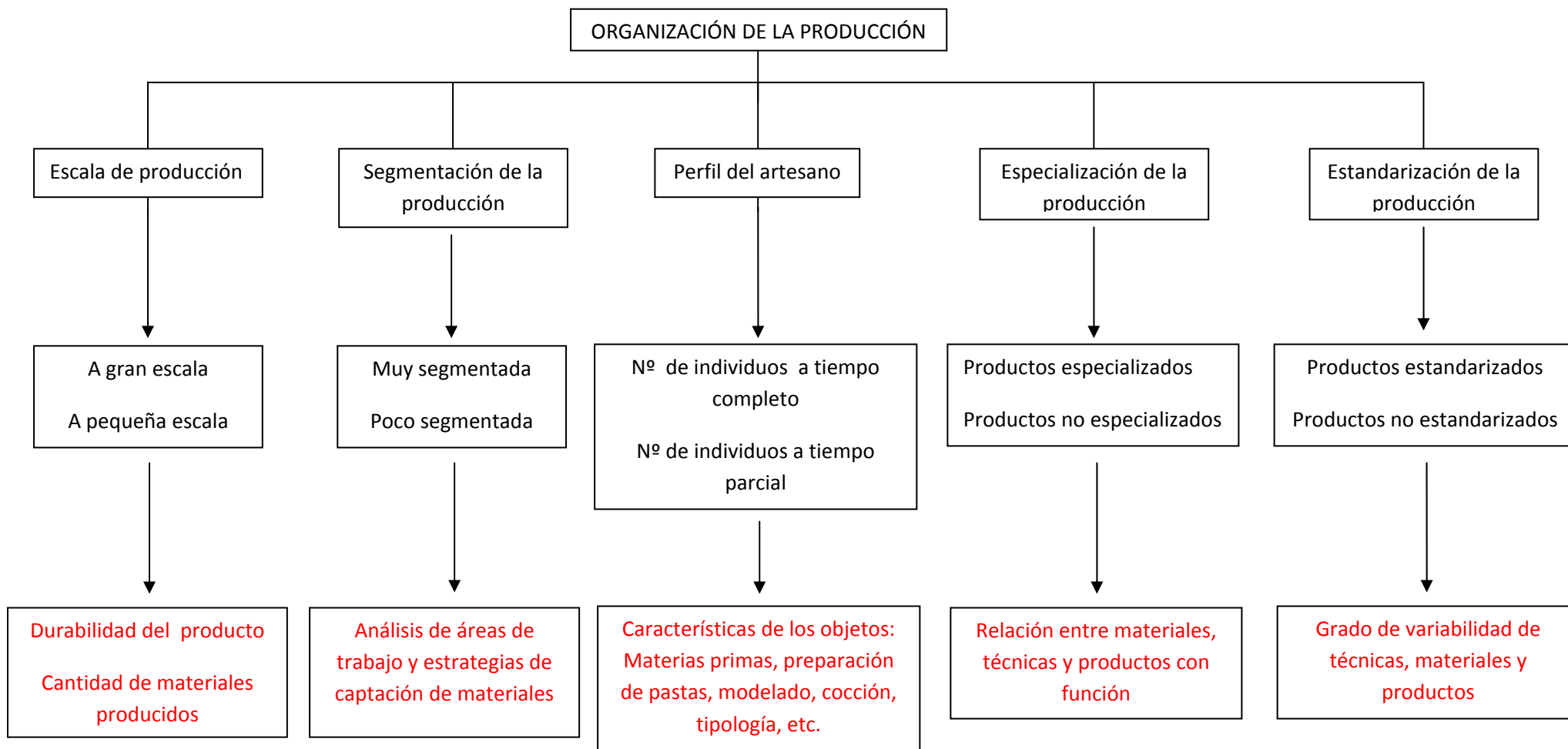
Desgraciadamente, no hay forma de que podamos conocer, sólo a partir de la propia cerámica, y sin estudiar las áreas de producción, si una vasija se ha producido de forma segmentada o bien por un sólo alfarero. De todos modos, como puede observarse, resulta recomendable abordar la organización de la producción y el perfil de los artesanos no sólo a través de las técnicas de fabricación y el grado de variabilidad de los artefactos sino también mediante el estudio del grado de segmentación de la producción. Hay formas de producción que requieren, además de ciertas técnicas, de agregaciones de individuos más o menos especializados organizados en determinadas secuencias. Estas secuencias ordenan las conductas de los distintos individuos formando cadenas de producción concretas que permiten determinadas formas de fabricar las vasijas (Balfet 1984; Arnold 1999).

Como se ha visto, surgen algunos problemas derivados de la correlación no unilineal que se establece entre complejidad social, organización de la producción, variabilidad artefactual y especialización del alfarero, de modo que determinadas conductas, más o menos especializadas, no tienen por qué materializarse necesariamente en un tipo de producto determinado. La especialización de la producción, y la posibilidad de su identificación en el registro arqueológico, dependerá de cómo los alfareros perciben los recursos, definen su entorno efectivo de producción y optimizan su relación con el medio natural y social. De este modo, una regularización en las formas de organizar la producción resulta más fácil de mantener entre núcleos pequeños de artesanos con un perfil más o menos desarrollado, donde los flujos de información circulan fluidamente y las categorías empleadas por los distintos individuos muestran un amplio grado de consenso.

Este grado de consenso se manifiesta en objetos más parecidos que, en algunos casos, están sujetos incluso a cierto control sobre sus cualidades llegando a existir prohibiciones sociales para disminuir la innovación, la competitividad y, en definitiva, evitar cambios y favorecer la estabilidad en la estrategia productiva y social donde se insertan los artesanos (Rice 1984a; Dietler y Herbich 1998; Roux 2003).

No resulta apropiado establecer la organización de la producción sólo a partir del perfil del alfarero, hay que considerar el grado de especialización de los alfareros junto con la intensidad de la producción y el grado de variabilidad del registro dentro de un contexto determinado. Tampoco considerando sólo la intensidad de la producción se tendrá más éxito, ya que un incremento en la escala de producción no tiene por qué disminuir necesariamente el grado de variabilidad del registro (Arnold 1999).

Mapa conceptual de las variables que intervienen en el estudio de la organización social de la producción y en rojo los posibles indicadores arqueológicos de estos procesos.



26.3. Sistemas de transmisión de conocimientos.

“Cuando el padre muere, el hijo se convierte en su propio padre y en su propio hijo. Mira a su hijo y se ve a sí mismo reflejado en su rostro. Imagina lo que el niño ve cuando lo mira y se siente como si interpretara el papel de su propio padre.”

P. Auster, *El libro de la memoria*.

Los procesos tecnológicos expresados mediante la cultura material son en sí mismos relaciones sociales²⁷¹. Integrar conocimiento, técnica y tecnología significa entonces unificar conocimiento, práctica y experiencia. El potencial de relacionar el diseño de la cerámica con aspectos sociales no consiste en hallar patrones ideales de estructura social sino en conocer estrategias de interacción social, verbal y no verbal, que se producen entre los individuos. La obtención de unos determinados conjuntos cerámicos, que son consecuencia de la aplicación de determinados materiales y técnicas en su fabricación, refleja la interacción que se produce entre los artesanos. De este modo, los procedimientos que posibilitan la obtención de una determinada cultura material pueden transmitirse entre los individuos de una comunidad con un mínimo de interacción social. La transmisión de conocimientos es más rápida y se asimila más fácilmente si existen estrechas relaciones sociales entre las personas (Rice 1984; Arnold 1984; Pfaffenberger 1992; Dobres y Hoffman 1994; Morales 2005; Sofaer 2006; Mannoni 2007; García Rosselló 2008: 201; Vidal y García 2009).

Sin embargo, el análisis de esta interacción a partir de los rasgos del producto final resulta complejo, especialmente en sociedades prehistóricas donde, normalmente, no existen dos cerámicas exactamente iguales y cada cerámica es única. De todos modos, esta complejidad y variabilidad aparente puede ser reducida por las personas a una serie de conceptos vinculados a ciertos elementos materiales que pueden combinarse de distintas formas con la finalidad de categorizar los artefactos y dotarlos de significado.

²⁷¹ Resulta interesante señalar que en griego clásico el término *tekhnê* se relaciona con el conocimiento y el perfil de los individuos y no con el producto material final (Dobres y Hoffman 1994).

Mediante estos mecanismos los individuos pueden variar los mensajes que proporcionan las cerámicas en base a sus características y categorías contextuales en función, por ejemplo, de su uso público o privado, de sus formas y tamaños, de su aspecto, etc. De esta manera, el ceramista interactúa intensamente consigo mismo ya que éste se expresa a través de los artefactos que crea.

Se ha señalado reiteradamente la importante función biológica pero también sociocultural que realizan las cerámicas en el seno de una comunidad, en este sentido, destacamos la importancia del proceso de producción y los rasgos del producto final como fenómenos capaces de transmitir valores. Resulta necesaria la homogeneización de ciertos aspectos en el ciclo de nacimiento, vida y muerte de los objetos ya que, aunque sea de forma simple, si éstos no están lo suficientemente sistematizados pueden dar lugar a confusiones acerca de la información transmitida, favoreciendo la consecución de mensajes más difíciles de identificar y comprender (De Boer 1984).

En este sentido, resulta relevante contemplar que, a menudo, los conocimientos necesarios para hacer las cerámicas son transmitidos entre los miembros de una misma comunidad²⁷². Ello facilita el establecimiento de pautas de conducta, códigos de valores y significados comunes en relación a la cultura material. De este modo, los propios procesos de enseñanza y aprendizaje proporcionan a los individuos unos mecanismos con los que éstos pueden aproximarse a las tradiciones y las pautas culturales del grupo, permitiéndoles el desarrollo de una vida social y posicionarse en el mundo que les rodea.

Considerar distintas escalas contextuales relacionadas con los espacios de transmisión de conocimientos, cómo región, comunidad, ambiente doméstico, o ritual, resulta relevante al estudiar la producción cerámica ya que éstos constituyen contextos en los que se producen diferentes tipos de interacción. De esta manera, el contacto y la interacción entre las personas resulta diferencial, y puede decaer en regularidad o intensidad a medida que se aumenta la distancia espacial y social existente entre los individuos. En este sentido, es interesante apreciar cómo la etnografía ha mostrado que a menudo, como sucede en la alfarería de San Nicolás en Filipinas, la transmisión de conocimientos y, por tanto, la socialización del individuo, se realiza de madres a hijas,

²⁷² A. Livingstone-Smith (2000) ha constatado cómo entre 234 productores de Faro (Camerún) el 99% de ellos había aprendido a hacer cerámica dentro de su propio grupo etno-lingüístico y en el propio ámbito familiar, de amigos o vecinos.

en contextos domésticos de producción y a temprana edad²⁷³ (Arnold 1984; Varela 1990; Dietler y Herbich 1998; Longacre 1999; Koriakova 2006; Gallegos y Armijo 2008; Gosselain 2008; Budden 2009; Budden y Sofaer 2009; Vidal y García 2009).

En este sentido, resultan interesantes las observaciones realizadas por J. Arthur (2003: 365) en Etiopía, donde se observa cómo el primer aspecto de la producción con el que toman contacto los aprendices es, precisamente, con la preparación de las pastas cerámicas: *“The Gamo children start helping their mothers around the age of six and seven by engaging in menial tasks such as fetching water and clay and helping to clean the clay, grinding the clay, and selecting grog temper from broken vessels. Children do not begin forming vessels until their early teens at which time they sometimes practice constructing small pots”*.

Las diversas fases de la producción: obtención de arcilla, machacado y adición de desgrasantes, cocción, etc., pueden desarrollarse de forma individual o de forma colectiva (Vidal 2008). De esta manera, el contacto que se puede dar entre los individuos durante la realización de todas estas acciones en determinados contextos y espacios constituye un excelente marco para intercambiar ideas, materiales y significados. Estas relaciones se fortalecen con la transmisión de la tecnología y las secuencias operacionales que a ella se vinculan a través de mitos y con la conexión contextual de las cerámicas con determinados espacios y materiales a través de fenómenos de agencia (Dobres y Hoffman 1994).

De este modo, varios autores (García Rosselló 2008: 201; Gosselain 2008; Vidal y García 2009), señalan que el mantenimiento de los contextos de aprendizaje y los sistemas de transmisión de conocimientos constituyen parámetros que pueden favorecer la perduración de determinadas tradiciones tecnológicas a lo largo del tiempo. Si bien el conocimiento a menudo está restringido²⁷⁴ a determinados individuos, en la práctica, éste se transmite entre miembros nacidos en el grupo o que han contraído matrimonio con algún miembro del mismo. La tendencia está marcada, a menudo, por las relaciones intra-familiares.

²⁷³ Aunque normalmente los aprendices son individuos infantiles, también hay que contemplar que personas adultas pueden participar de los procesos de aprendizaje (Vidal 2008 y 2009; Vidal y García 2009).

²⁷⁴ En ocasiones se documenta etnográficamente un aislamiento intencional de los alfareros que no pueden participar de determinadas prácticas sociales con el resto de los individuos no ceramistas de la comunidad. Ello se realiza para mantener intacto el estatus de los artesanos y los sistemas de producción y de transmisión de conocimientos (Barley 1994; Livingstone-Smith 2000).

Mediante estos mecanismos, las cerámicas entran en la esfera de la vida sociocultural del grupo como cuerpo de transmisión de los valores culturales. Sin embargo, debemos tener en cuenta la complejidad de los sistemas de transmisión de conocimientos ya que pueden establecerse multitud de interacciones así como una relación entre personas que transmiten conocimiento y otras que lo reciben y que lo pueden compartir o no.

Los sistemas y los contextos mediante los que se transmite el conocimiento entre los individuos son dinámicos y pueden ir variando a lo largo del tiempo y el espacio. De este modo, hay que considerar distintos tipos de comunicación, cualitativa y cuantitativamente diferenciadas según se utilice el punto de vista del artesano, del aprendiz o del usuario. La producción está siempre relacionada con distintos individuos y el consumidor o usuario ejerce cierto control crítico sobre los artefactos, según variables como la durabilidad²⁷⁵ o la optimización funcional y social de los productos. De este modo, éste favorece la entrada y la salida de la circulación dentro de la sociedad de determinados productos (Van der Leeuw 1984; Varela 1990; Barley 1994: 61, 76; Dietler y Herbich 1998; Stark *et al.* 2000; Neupert *et al.* 2000; Tsetlin 2003b; Lemonier 2004; Vidal 2008; Mannoni 2007).

Ello se debe a que, los productos adquirirán su significado y su razón de ser cuando sean distribuidos entre la sociedad para utilizarse cotidianamente en combinación con otras tecnologías y materiales como, por ejemplo, los alimentos y las técnicas culinarias “...*consumption, even of everyday products such as utility ceramics, plays an important role in enacting and signalling cultural affinities. Food consumption also plays an important material role in reinforcing and embodying cultural identities, and it is from this basis that cuisine can play an important role in signalling social distinctions*” (Fuller 2005: 762).

Atendiendo a lo comentado, pueden distinguirse distintos tipos de interacciones y transferencias de conocimientos en función del origen del individuo (Tsetlin 2003b):

²⁷⁵ Como señala Jones (2004), la durabilidad es una variable que puede influir sobre el valor social de los objetos. De este modo, sociedades etnográficas prefieren a menudo, por su durabilidad, recipientes de plástico en lugar de otros cerámicos tradicionalmente utilizados (Arnold 1985; García Rosselló 2008: 49).

a) Entre los productores de un mismo grupo: entre éstos se produce la transferencia de procedimientos y perfiles de trabajo, tanto entre alfareros de distinta generación que interactuarán como expertos y aprendices, como a través de los contactos entre artesanos de una misma generación.

b) Entre los productores y los usuarios de un mismo grupo: Esta interacción aparece reflejada en la distribución de las vasijas, ésta se deriva de las formas de producción, la adaptación funcional de las piezas y su distribución en determinados espacios de actividad. De este modo, las producciones domésticas suelen tener una dispersión de los productos que se limita a su mismo grupo cultural. En este caso, el sentido social o identitario inferido por los modos de fabricación de los productores puede mantenerse fácilmente en el contexto de uso de la cerámica (Dietler y Herbich 1998).

c) Entre los productores y los alfareros de otros grupos: Estas interacciones tienen lugar cuando algunos alfareros realizan una producción itinerante de modo que entran en contacto con alfareros de otras comunidades. El mismo proceso se da a partir del matrimonio entre alfareros de distintas comunidades. En estos casos, las tradiciones tecnológicas empleadas por los individuos pueden ser diferentes y pueden reflejar movimientos, contactos y fusiones entre personas de distintas sociedades dando lugar, en ocasiones, a procesos de sincretismo tecnológico. El estudio de la dispersión de determinadas tradiciones tecnológicas supone entonces un modo para reconstruir los procesos de integración y fusión étnico-cultural que puede producirse entre distintas comunidades de alfareros.

d) Entre los productores y los usuarios de otros grupos. A menudo, como sucede en muchas producciones a torno, los productos realizados por los alfareros no se distribuyen entre los miembros de su propia comunidad, sino que las cerámicas se exportan acabando en manos de usuarios vinculados a otros grupos socioculturales. En estos casos, muchas de las correspondencias y significados originales configurados en el objeto por el proceso de fabricación de los productores pueden desaparecer o alterarse profundamente en los contextos de uso. En este sentido, a menudo, el mantenimiento de fenómenos de identidad a través de la cultura material se reduce, dentro del grupo productor, a sólo los contextos de producción (Dietler y Herbich 1998).

e) Entre usuarios de un mismo grupo: Esta interacción se plasma en el grado de homogeneidad formal que se produce en las técnicas, formas y decoraciones de las vasijas de los distintos individuos que conforman la comunidad. Una interacción activa puede dar lugar a gustos, valores y significados consensuados y compartidos que permiten favorecer productos formalmente más semejantes. Esta interacción resulta fundamental ya que como señalan Bentley y Maschner (2001: 47), “...*more interactions between its members, a social or economic network may become more stable...*”

f) Entre usuarios de distintos grupos: En estos casos, el contacto entre distintos individuos alejados culturalmente y el intercambio de productos dan lugar a una transferencia, infiltración, integración y asimilación más o menos simétrica de los significados que envuelven a la cultura material. Fruto de estos contactos, puede producirse un descenso de la homogeneidad de la cultura material cerámica local, a causa del uso de vasijas importadas y la posterior realización de productos de imitación por parte de los ceramistas locales.

26.3.1. Concepto de Información.

Un aspecto que resulta vital a la hora de abordar los mecanismos mediante los que se transmite el conocimiento lo constituye el modo en que se categoriza la información y cómo ésta circula entre un individuo y otro. Tenemos que considerar los fenómenos como un producto de nuestra percepción, cualquier regularidad que podamos percibir y compartir se relaciona con una forma similar de trabajar de nuestras mentes, con esquemas de racionalidad comunes. Cada grupo de individuos tiene una forma específica de percibir, por ejemplo, “...*in the West, five senses are generally conceived (touch, taste, vision, smell, sound) while in contrast the Hausa recognize only two senses: the ji-complex (all the non-visual senses) and sight...Furthermore, in contrast to our mono-modal categorization of the five senses, senses...can be understood pluri-sensorially*” (MacGregor 1999: 264).

La transmisión de conocimientos y el intercambio de información, puede producirse diferencialmente en función del grupo sociocultural y de la cantidad de individuos que lo forman. La realidad sólo es real cuando existe un contexto social que la reconozca como tal y ello se produce a partir de una concepción compartida de la percepción y de la experiencia común que permite la formación de una unidad social básica. Esta unidad básica adquiere múltiples formas: grupo, familia, sexo, edad, etc. (Sigaut 1994; Sillar 2000).

El interés de los arqueólogos por estos fenómenos ha posibilitado el surgimiento de una nueva tendencia que podemos denominar *Arqueología de la Percepción* (Villoch *et al.* 1997) que pretende centrarse en cómo perciben la realidad determinados grupos de individuos. La percepción que realizan los seres humanos del entorno natural y social puede formularse en términos uniformidad/similitud y de contraste/diferencia, conceptos que van intrínsecamente ligados el uno con el otro. Estudios realizados en el ámbito de la psicología experimental han confirmado que similitud y diferencia no deben considerarse en términos absolutos y que la categorización de la información se realiza a partir de su comparación con unos referentes previos que actúan como marco contextual. En este proceso los fenómenos de agencia establecidos entre todo el complejo artefactual en contextos determinados cobran su función para organizar socialmente el entorno y la forma en que las nuevas informaciones son asimiladas. Si bien, en las comparaciones e interacciones que realizan los individuos con la cultura material, influirá también decisivamente el grado de motivación, un aspecto que no siempre responde a factores racionales sino también emocionales (Van Der Leew 1984; Dornan 2002).

Cuando el proceso de conceptualización, materialización y reproducción de los significados se rige por principios de similitud y orden, las diferencias respecto a las categorías originales son poco acusadas. Si la formalización de los conceptos y el procesamiento de la información se basan en principios de diferencia se produce una mutación de las categorías iniciales. Puede entonces llegar un punto en el que la nueva entrada de información suponga una nueva categoría conceptual produciendo, entonces, un cambio cualitativo en los conceptos y las ideas y, por extensión, en las manifestaciones materiales, que se pueden situar en una posición de desorden.

Durante este proceso de transmisión de la información pueden variar los agentes que participan, pueden generarse vacíos o la desaparición de canales de información, al mismo tiempo, pueden aparecer otros agentes nuevos que aporten nuevas informaciones. Todas estas alteraciones en el modo en que se transmite la información y los actores que intervienen pueden alterar también las manifestaciones materiales (Bentley y Maschner 2001: 47).

Cuando una nueva categoría se acepta socialmente se da la coexistencia de dos categorías, incrementándose la información que deben procesar los individuos. En un primer estadio, la nueva categoría resulta confusa e imprecisa ya que no están establecidos los fenómenos con los que ésta se asocia. En un segundo estadio se da el proceso contrario, es la antigua categoría la que está sujeta a fenómenos de imprecisión. Esta imprecisión es, por tanto, diferencial según se trate de procesos de aprendizaje y olvido, mecanismos de uso colectivo que afectan al cambio cultural. Una vez se ha categorizado un nuevo atributo o concepto, ciertos fenómenos pueden agruparse o no en él, es entonces, cuando los individuos del grupo pueden actuar y organizarse en base también a unos mismos procesos de categorización de las manifestaciones externas.

Una vez se ha establecido un nuevo referente o categoría ésta es testada continuamente por los individuos con otros referentes ya establecidos hasta llegar a un grado de consenso social en el que resulta aplicable. Una vez el contexto y la fenomenología de estas nuevas categorías se han establecido, éstas pasan a utilizarse también como referentes ante nuevas categorizaciones. Alcanzado este punto, las comparaciones se realizan ya en dirección hacia la individualidad de los fenómenos, en base a sus diferencias y singularidades dentro del contexto general. Todo este marco teórico viene a concluir que categorías socialmente aceptadas no pueden establecerse y transmitirse en base a una sola observación sino que exigen de múltiples interacciones entre los miembros de un grupo social. Tampoco los conceptos pueden transferirse directamente entre los individuos sino es en un marco global consistente en una serie de categorías cognitivas comunes que permitan asimilar nuevos fenómenos. Podemos afirmar entonces que diferentes conceptos, inducidos desde diferentes conjuntos de fenómenos, son mutuamente incompatibles (Van Der Leeuw 1984; LeCron 1994).

Como señala Van der Leew (1984), y en base a lo comentado, debemos suponer que los ceramistas y los usuarios de la cerámica basan sus clasificaciones cognitivas de las cerámicas en las propias vasijas así como en las situaciones y los contextos con las que éstas se asocian. Al mismo tiempo, se debe considerar que éstos hacen y usan las cerámicas tomando como base estas categorías cognitivas. Este ciclo auto-reproductivo supone un flujo continuo que relaciona la información existente con la capacidad de los individuos para procesarla de modo que las estructuras puedan reproducirse en el tiempo.

Esta auto-reproducción en la que convergen ideas y materialidad nunca es exacta, ya que cuando se produce el traspaso de la información asociada a un fenómeno concreto en el tiempo la posición de los distintos actores nunca es igual a la original, incluso si se repite la historia nuestra percepción no es la misma. Se puede concluir entonces que se produce una interacción entre los conceptos, las manifestaciones materiales y los conceptos basados en estas manifestaciones. Esta interacción que se realiza entre lo ideal y lo material va mutando en función de variables como el tiempo, el espacio y las distintas dinámicas históricas.

Este tipo de transformaciones deben ser observadas como flujos continuos de interacción entre sociedad y cerámica. El ceramista fabrica el producto teniendo en cuenta la sociedad en su conjunto y situando su producto dentro de la misma. Como se ha señalado, en las sucesivas etapas de vida la cerámica, se producen una serie de cambios a nivel físico de modo que los materiales pueden entrar en contacto con diferentes contextos e individuos favoreciendo que materia y significado puedan ser altamente mutables. En el ciclo de vida de los artefactos, los individuos no pueden retener la materia y la energía pero sí categorizar y retener los conceptos y la información ligada a las distintas prácticas que otras personas han mantenido y que les han transmitido. En estos fenómenos se situarían los perfiles necesarios para fabricar y utilizar la cerámica adecuadamente en contextos sociales y situaciones determinadas. Este tipo de vínculos entre lo abstracto y lo material es el que permite compartir la información adquirida con otros individuos en vistas a generar acciones que puedan ser beneficiosas para ambos biológica y socialmente. Mediante estos mecanismos se crean enlaces conceptuales entre distintos informantes y receptores lo que da lugar a un flujo de informaciones y categorías así como a su mantenimiento por un periodo de tiempo definido.

Determinados modos de fabricación, uso y deposición de la cerámica se mantienen, espacial y temporalmente, a base de conocimiento y comunicación. Los ceramistas aprenden donde pueden abastecerse de materias primas adecuadas, como transportarlas y como hacer las cerámicas. Por ejemplo, distintos tipos de vasijas requieren de distintos conocimientos y perfiles de artesano, es importante saber qué tierras y desgrasantes usar, como tratarlas y mezclarlas, como modelar una pieza, secarla, cocerla, usarla y mantenerla para que la consecución de estas acciones tenga éxito. Finalmente, en las formas de uso, distribución, mantenimiento y deposición de la cerámica también pueden transmitirse conocimientos ligados a prácticas sociales, simbólicas y culturales. Por ejemplo, las fiestas religiosas suponen actos en los que se ponen en circulación cerámicas y en los que se produce un traspaso de conocimientos entre un alto número de individuos mediante el uso de objetos y contextos cargados de significados simbólicos (Varela 1990; Sigaut 1994; Cooper 2000: 200, 211; Arthur 2003; Gallegos y Armijo 2008).

El conocimiento de aquellos individuos que conviven con las cerámicas debe actualizarse periódicamente, el ceramista debe conocer las necesidades de los usuarios a los que abastece, por ejemplo, en términos de dieta, técnicas culinarias, gustos estéticos y formales, necesidades sociales, etc. A su vez, los usuarios deben conocer cómo utilizar los parámetros que los alfareros han proporcionado a los materiales ya que la utilización de determinadas pastas, formas y tamaños puede expandir o limitar ciertos usos de los artefactos. Como se ha visto, la distancia espacial y social que existe entre productores y usuarios es importante en términos de capacidades para la traslación de la información concerniente a las cerámicas. Si existe, por ejemplo, una mayor concentración espacial de la población hay mayor posibilidad para la interacción y se reduce el margen de error en las comunicaciones. Esta transmisión de conocimientos puede producirse por mecanismos como el trueque o el intercambio de bienes en términos de reciprocidad, prácticas muy extendidas y documentadas por estudios etnográficos (Rice 1984b; Van der Leeuw 1984; Arnold 1999; Livingstone-Smith 2000).

A través del concepto de información se puede observar cómo se produce una comunicación vital entre los individuos que se materializa en ciclos que comprenden simultáneamente la transmisión de conocimientos y el aprendizaje referido a determinadas tradiciones tecnológicas. En este sentido, y ante el esfuerzo común que supone la cohesión de significados en vistas a una construcción del entorno social, es natural que existan ciertas tradiciones tecnológicas ligadas a determinados mecanismos de transmisión de conocimientos que pueden ser muy sólidos y duraderos en el tiempo. Todo este proceso exige, según estudios etnográficos, de un amplio periodo de aprendizaje que se realiza desde la inserción del individuo en la sociedad y mediante la adquisición de unos hábitos e informaciones²⁷⁶.

En lo que se refiere a la transmisión de conocimientos es esencial tratar de reconocer dentro del registro arqueológico a los aprendices con tal de poder evaluar los contextos de aprendizaje. Éstos en la práctica pueden identificarse por una serie de indicadores, por ejemplo a partir de la factura y el tamaño de las piezas²⁷⁷, y pueden relacionarse con un perfil alfarero poco especializado en términos de perfeccionamiento de los gestos técnicos (Arnold 1999; Longacre 1999; Budden 2009; Budden y Sofaer 2009).

²⁷⁶ Para aprender a producir cerámica a mano se estima que el periodo de aprendizaje necesario es de unos dos años y en algunos casos hasta diez años, además de mucha práctica.

²⁷⁷ En San Nicolás (Filipinas) Longrace (1999) identificó estadísticamente que las piezas de tipologías “grandes” como contenedores que eran realizadas por los aprendices tenían un tamaño sensiblemente inferior al del observado en piezas fabricadas por adultos con un perfil más perfeccionado. También suele ser habitual que los alfareros aprendices fabriquen cerámicas en miniatura como juguetes en un proceso que combina aprendizaje, trabajo y juego.

26.3.2. Tecnología y hábito.

“Using one technique or the other is essentially a question of habit”
Un alfarero de Camerún (en Livingstone-Smith 2000: 24)

Al margen de la transmisión de información y conocimiento que desarrollan los individuos de forma consciente, ya se comentó anteriormente el rol que también desempeñan el subconsciente y la dimensión cognitiva y perceptiva de los seres humanos en un determinado contexto a la hora de favorecer, por ejemplo a través de la tecnología, el mantenimiento y el desarrollo de determinadas estructuras sociales (Miller 1994; LeCron 1994; Dobres y Hoffman 1994). A pesar de que los individuos no son plenamente conscientes de estas acciones, los hábitos y los gestos que se adquieren desde la infancia en la vida diaria también deben aprenderse y relacionarse con una determinada historia social.

En sociedades actuales de África, Chile, Yucatán o Filipinas muchos de los conocimientos, así como el perfil necesario para la manufacturación de cerámica, se transmiten de forma no explícita, prioritariamente durante la infancia o la adolescencia. Las actividades desarrolladas desde estas edades favorecen la adopción de una serie de hábitos motores y cognoscitivos que son aprendidos en cada una de las acciones que realiza el individuo. Formas de producción tradicional y artesanal requieren de una serie de hábitos motores y operacionales específicos que se aprenden durante largos periodos de tiempo y a través de la práctica. Estos hábitos motores son, dentro de los procesos de fabricación, uso y deposición, los que requieren de más tiempo de aprendizaje y suponen procesos de repetición serán muy difíciles de alterar, favoreciendo la resistencia al cambio tecnológico (Barley 1994; Arnold 1999; Longacre 1999; García Rosselló 2008: 63, 201).

La utilización de sectores infantiles y otros segmentos de la población para el desarrollo de determinadas actividades permite utilizar a aquellos individuos menos productivos y más receptivos dentro del grupo para el periodo de formación (Vidal 2009). Esta estrategia posibilita, además, que las personas más productivas, los adultos sanos, no tengan que abandonar otras actividades para aprender a confeccionar cerámica. El aprendizaje de determinados hábitos motores y pautas de conducta se realiza, a menudo, en el propio contexto doméstico, este tipo de espacios se han señalado cómo muy eficaces para formalizar la transmisión de conocimientos.

Éste es un contexto donde los individuos infantiles suelen permanecer durante largos periodos de tiempo, lo que les permite aprender ciertos hábitos motores comunes que se utilizan en la vida cotidiana y en distintos tipos de actividades, entre las que está la confección, utilización y el mantenimiento de la cerámica.

En este sentido, la transmisión inter-generacional de determinadas tradiciones tecnológicas y perfiles de alfareros se realiza siguiendo las mismas pautas que definen la composición, la localización y la perpetuación de determinados espacios, por ejemplo, de los contextos domésticos. Estos espacios definen el contexto social en el que se encuadra el aprendizaje, es decir, el contexto de aprendizaje. En estos contextos los individuos aprenden a desarrollar multitud de tareas, sin embargo, no todos van a terminar realizándolas todas ellas en la edad adulta. Por ejemplo, se constata etnográficamente cómo muchos individuos que residen en contextos domésticos aprenden a confeccionar cerámica en su infancia pero sólo unos pocos alcanzan el grado de alfarero (Arnold 1999). En este sentido, el aprendizaje, aunque sea básico, de diversas tecnologías va a proporcionar al individuo de una visión del conjunto de la cultura material más profunda y naturalizada, en la que éste está, en cierto modo, familiarizado con los artefactos y la tecnología que otros fabrican y utilizan.

Una vez que un individuo se ha familiarizado durante su infancia con unos hábitos motores y cognitivos, así como con unas técnicas y unos materiales, éste será poco susceptible de cambiar su comportamiento, permitiendo la transmisión de determinadas tradiciones tecnológicas en el tiempo y a través de distintas generaciones. Mediante estos fenómenos se explica la existencia de tradiciones tecnológicas o formas de hacer que han sobrevivido, manteniéndose prácticamente invariables, incluso durante varios siglos.

Esta invariabilidad va relacionada, a menudo, con la perpetuación de determinados contextos sociales en los que se desarrolla el aprendizaje, por ejemplo, mediante el mantenimiento del contexto doméstico como principal espacio para la transmisión de conocimientos. Cuando se produce una deslocalización de los contextos de aprendizaje puede producirse un cambio sensible en los comportamientos de los individuos de una sociedad, en los hábitos y en los sistemas de transmisión de conocimientos.

Ello puede dar lugar a la reinterpretación y la adopción de nuevas tecnologías. Los cambios sociales aportan, por tanto, innovaciones tecnológicas que pueden provocar variaciones de las cadenas operativas utilizadas y las producciones desarrolladas por los individuos (Arnold 1999).

Finalmente, señalar que los hábitos participan del aspecto y los rasgos visuales de las piezas, pueden desarrollarse estilos y gustos particulares, individuales e inconscientes, propios de cada alfarero que propician pequeñas variaciones entre las cerámicas fabricadas dentro de un grupo. Éstos rasgos individualizan la producción que realizan los individuos y pueden estar cargados de connotaciones simbólicas, como las marcas de alfarero (Bentley y Maschner 2001; Banning 2005: 161-162).

26.4. Cambio y continuidad en la producción cerámica.

La cerámica es un producto que se concibe, por su naturaleza plástica y aditiva, físicamente muy sensible al cambio. Los arqueólogos han sido capaces, en muchas ocasiones, de documentar cambios y continuidades en el registro material pero, *a priori*, se desconocen las dinámicas por las que suceden los cambios y la intensidad de los mismos. Sin embargo, la etnografía ha demostrado que los ceramistas y sus productos pueden ser muy conservadores y reticentes al cambio, incluso en ambientes donde se produce una intensa aculturación. Este hecho se relaciona con que la adopción de una innovación resulta siempre un acto consciente, que implica una reflexión tecnológica por parte de los individuos que conforman una sociedad. Como señala P. Rice, las personas normalmente no cambian de opinión por que consideren atractiva una alternativa sino más bien porque dejan de ver una perspectiva factible en los procedimientos que estaban siguiendo. Los individuos reaccionan ante circunstancias difíciles con innovaciones que se efectúan, a menudo, bajo presión, éstas son adoptadas por que son necesarias para sobrevivir biológica o socialmente (Rice 1984a; Dobres y Hoffman 1994; Djordjevic 2003; García Rosselló 2006 y 2008; Arthur 2007; Bonifay 2007; Mannoni 2007; Lavan 2007; Vidal *et al.* 2009; Vince 2009).

Debe entenderse el cambio tecnológico como un fenómeno que puede ser multi-causal. Desde el momento que una tecnología se establece en sociedad y ésta se sitúa en torno a determinadas prácticas sociales e ideológicas, la significación de los artefactos implicará también a múltiples esferas de la sociedad.

Esta función múltiple de los artefactos es adquirida, como se ha visto, en la interacción que se produce entre materialidad, estilo de vida y organización social. Los cambios en las técnicas y los materiales deben situarse, por tanto, también dentro de un contexto socio-tecnológico que implica aspectos sociales, económicos, políticos, étnicos, ideológicos, simbólicos, etc. Cuando se produce un cambio en el estilo de vida, éste puede alterar a más de una tecnología produciendo cierta perturbación en la función social e ideológica que cumplen los artefactos y favoreciendo la innovación y el cambio en el conjunto de la tecnología²⁷⁸ y la materialidad.

Durante estos procesos de cambios profundos, consecuencia de distintos eventos interconectados entre sí, se pasa de sistemas donde los fenómenos están organizados y ordenados en categorías consensuadas a otros ordenados críticamente, es decir, donde el caos y el reajuste periódico de significados constituyen los fenómenos predominantes (Bentley y Maschner 2001: 36). En este sentido, el estudio de la heterogeneidad del registro remite, a diferencia de la homogeneidad, hacia el individuo y no hacia el grupo. En este tipo de situaciones, las expectativas de los ceramistas derivan en estrategias de experimentación y de innovación individual, contribuyendo a aumentar el grado de variabilidad del conjunto cerámico (Rice 1987: 456).

Este aspecto resulta interesante a la hora de investigar el cambio en la cultura material ya que podemos abordar, mediante el estudio de la variabilidad, el papel de determinados individuos o segmentos sociales ante los procesos de cambio. Algunos individuos, incluyendo los propios alfareros, pueden favorecer o limitar la adopción de ciertas innovaciones en sus propias conductas tecnológicas así como en las de otros individuos con el objetivo de alterar o mantener su estatus social.

Este tipo de elecciones que realizan los individuos pueden afectar, por tanto, a las dinámicas sociales mediante las que se estructura la sociedad, por ejemplo, alterando el modo de organizar la producción. En este sentido, el estudio de la heterogeneidad y la homogeneidad en el registro permite aproximarnos a aspectos políticos y sociales (Dobres y Hoffman 1994; García Rosselló 2008: 63).

²⁷⁸ Los cambios se sitúan a un nivel sistémico y retrotraído, por ejemplo un cambio en la intensificación de la producción agrícola puede afectar a la dieta, a las cerámicas, a la arquitectura, al patrón asentamiento, al orden político y social, etc. (Schiffer y Skibo 1987; Arthur 2007).

El estudio del cambio representa entonces una vía para entender cómo y por qué se producen determinadas elecciones tecnológicas y si éstas son mantenidas o desechadas en el tiempo, aproximándonos al modo en que estas elecciones se relacionan con los procesos de producción y uso así como con el modo en qué se organizan las sociedades (Dietler y Herbich 1998; García Rosselló 2008: 62; Vidal y García 2009). De este modo, una visión dinámica y diacrónica de la producción cerámica desarrollada en un territorio concreto puede expandir las posibilidades del análisis arqueológico.

Algunas sociedades, en contextos de cambio y desorden, pueden optar por adoptar o desarrollar nuevas tecnologías debido a una incapacidad de adaptación o reinterpretación de sus ítems que se ajuste a las nuevas necesidades sociales. De este modo, un artefacto o una técnica pueden llegar a perder su razón de ser y ser sustituidos por nuevas soluciones que se adapten mejor a las nuevas necesidades de los usuarios. De la misma forma, artefactos y técnicas consolidadas pueden adecuarse, reinterpretarse y acomodarse a nuevas necesidades y usos de los individuos. La compleja interacción que se produce entre artefactos y contextos sociales determina las condiciones que dan vigencia al artefacto en la sociedad por lo que éstos últimos deben considerarse en el estudio del cambio tecnológico (Schiffer y Skibo 1987; Pfaffenberger 1992; Arthur 2003; Roux 2003; Lavan 2007; Mannoni 2007).

Como ya se ha señalado, mediante los hábitos y la transmisión de la información y del conocimiento en determinados contextos de aprendizaje, productos de prácticas históricas son constantemente reproducidos y transformados por nuevas prácticas históricas cuyo principio productivo es, en sí mismo, el producto de las estructuras que tienden a reproducir (Bourdieu 1979; Vidal y García 2009). Por tanto, cualquier cultura responde a determinados procesos históricos efectuados por distintos individuos que realizan diferentes interacciones sociales y naturales, produciéndose diferentes desarrollos en distintas áreas. Entonces, como señala Dornan (2002: 325) *“It is through the addition of historical context, proximate cause, and a local understanding of intentionality that we can add temporal scale and counteract a normative notion of agency”*. En definitiva, para el estudio de los fenómenos que permiten la reproducción de dichas prácticas en sociedades concretas resulta importante considerar como se puede registrar, a nivel cualitativo y/o cuantitativo, los cambios en la cerámica así como los aspectos que dentro de su proceso de producción son más susceptibles de cambiar.

También resulta vital abordar el cambio en la cerámica y su relación con el comportamiento de otras tecnologías. Como se ha venido diciendo, el estudio de las características y las diferencias formales de los objetos cerámicos en relación a sus procesos de fabricación, uso y deposición constituye un exponente de secuencias de interacciones sociales y actividades concretas en un contexto determinado, en un momento preciso en el espacio y el tiempo. La tecnología cerámica y sus variaciones en el tiempo representan, por tanto, una herramienta válida para abordar el cambio social y su significación. La reconstrucción de las diferentes pautas de conducta observadas en los artefactos tiene un valor inestimable para inferir el funcionamiento de las tecnologías en la sociedad, puesto que cada proceso tecnológico implica una secuencia de acciones que es resultado de una serie de elecciones tecnológicas que pueden estar más o menos consensuadas socialmente (Steponaitis 1984; Schiffer y Skibo 1987; Schiffer 2004)

Por otro lado, hay que considerar también las limitaciones de los propios estudios de cerámica a la hora de reflejar los cambios que se producen en la sociedad. Para explicar el cambio y su repercusión en la cerámica debemos conocer muy bien el registro, pero así mismo tendremos que conocer, en la medida de lo posible, las características que definen a las sociedades a las que nos enfrentamos. El significado de los objetos en su conjunto, dentro de los procesos históricos en los que se insertan, debe ser entendido sólo a partir de aproximaciones detalladas y de largo alcance “...*answers to the ultimate why questions will be found only through the cumulative, painstaking, data rich, multi-scalar studies of proximate causation*” (Pauketat 2001: 87).

De este modo, I. Hodder (1982) ha señalado que no tiene por que existir una correlación directa entre el cambio en la cerámica y el cambio en la totalidad de la cultura. Puede producirse un cambio en la cerámica, pero éste no tiene por que producirse simultáneamente en otras esferas de la cultura material o a la inversa, como por ejemplo, en la distribución espacial o en la arquitectura. En otras ocasiones, los aspectos que cambian en el registro pueden ser distintos y perceptibles en distinto grado ya que cuando innovación o resistencia se suceden lo hacen dentro de unos límites formales y temáticos.

De este modo, no todas las características de las cerámicas cambian de la misma manera. Ciertas fases del proceso de producción de la cerámica ofrecen más opciones al cambio tecnológico frente a otras, como los hábitos motores y el uso de determinadas materias primas, que están más arraigadas y son menos susceptibles de sufrir cambios. Por tanto, puede producirse un abandono de ciertas formas o proporciones métricas en la producción de cerámica mientras que las técnicas pueden presentarse invariables a estos cambios tipológicos. Dentro de los sistemas de producción la obtención de la arcilla y la preparación de la pasta suelen ser de los elementos más estables. Ello se debe a dos razones, por un lado, a que la utilización de determinadas materias primas implica un proceso de interacción con los recursos que ofrece el medio. Por otro lado, un cambio de las arcillas y las pastas utilizadas comporta, si se realiza desde el desconocimiento, un alto riesgo productivo ya que existe una alta probabilidad de fracaso derivada del escaso grado de interacción entre los alfareros y los recursos nuevos que utiliza. A pesar de esta afirmación, puede observarse en la bibliografía como, dentro del registro material cerámico, la preparación de la pasta de la cerámica puede constituir también un aspecto de la producción que se muestran proclive al cambio (Steponaitis 1984; Rice 1987: 462, 469; Gosselain 1992; Barley 1994: 112; Tilley 2006; García Rosselló 2008: 63).

En muchas ocasiones, los cambios en la cerámica no coinciden con otros cambios sociales y políticos conocidos a través de registros históricos. En estos casos, la cerámica responde más a estilos de vida cotidiana, hábitos y formas de hacer que a eventos políticos, aunque, éstos últimos también pueden influir en la vida diaria de los individuos. Esta discordancia conocida como “concepto de disyunción” sugiere que cambios en la cultura material no tienen por qué estar necesariamente ligados a cambios en los significados. Este proceso se puede producir también a la inversa, pueden producirse cambios en los significados de los objetos que no tienen por qué tener un reflejo en la materialidad. Finalmente, como ya se señaló, una misma solución tecnológica puede tener roles diferentes en diferentes tecnologías y sociedades. Existen múltiples alternativas a la hora de interpretar la variación y el cambio en las vasijas. Las distintas propuestas constatadas reflejan el énfasis que tienen las perspectivas funcionales y ecológicas a la hora de explicar las dinámicas políticas y sociales del pasado.

Afrontar los fenómenos de cambio en la cultura material sin utilizar perspectivas evolucionistas, en términos de “progreso”, o funcionalistas, en términos de “eficiencia”, constituye un tema pendiente en la interpretación arqueológica. De esta forma, se suele obviar el carácter dinámico de los objetos, un dinamismo que como se ha visto, puede transformar el significado de la cultura material lo largo del tiempo y el espacio. Determinar qué fenómeno constituye un motor de cambio en la cerámica depende en gran medida de la perspectiva de análisis empleada (Rice 1984).

Por un lado, desde una óptica funcionalista, el motor de cambio de una tecnología lo constituye el *feedback* que se produce entre individuos, objetos y contextos de uso donde las dimensiones biológica, social e ideológica son más o menos constantes. El uso que se hace de los artefactos puede alterar los modos de manufactura mediante la experimentación y la mejor adecuación de los mismos a las actividades que se realizan en un proceso donde la propia tecnología puede favorecer el cambio social.

Sin embargo, debemos considerar que no siempre cambios en la función van a implicar cambios en las características de los objetos, simplemente, en muchos procesos de amortización, se puede producir un cambio de los contextos de uso. Por otro lado, hay que considerar aquella variabilidad del registro que es consecuencia de criterios artísticos, no funcionales o técnicos, éstos dificultan nuestra comprensión de los atributos prácticos de los artefactos ya que estas acciones generan variaciones en las ideas y hábitos que observamos de forma repetitiva (Van As 1984; Nelson 1987 en Schiffer y Skibo 1987; Hodder 1990; Mills 1999; Carreras y Nadal 2003; Alberó y Deyá 2009).

Por otro lado, algunos autores han enfatizado que, el desarrollo de determinadas técnicas y materiales cerámicos son más una consecuencia que una causa del cambio social. Sin embargo, también hay que señalar que cambios en la organización social pueden no tener necesariamente su reflejo en cambios tecnológicos (Mannoni 2007). Consideramos, entonces al estar la cerámica embebida en la sociedad que hay una interacción compleja y mutua entre ambas, de modo que se requiere de múltiples líneas de evidencia para la adecuada interpretación del cambio. A nivel interpretativo resulta más eficiente no utilizar una postura excluyente, sino considerar a los factores funcionales, ecológicos y socioculturales como interrelacionados entre sí. El tratamiento conjunto de estas alternativas representa la base para realizar una visión más holística y compleja de las sociedades pasadas.

Sin embargo, estos factores pueden no tener el mismo peso en el desarrollo de un complejo artefactual, determinando de forma diferencial sus rasgos. La relativa predominancia de una interpretación sobre otra debe evaluarse en base a un marco contextual bien demarcado y ampliamente reforzado mediante la confluencia de distintas líneas de datos (Kingery 1984; Mills 1999).

Autores como Rice (1984a) han concebido el cambio en cerámica a partir de aplicar a la teoría sistémica el concepto de equilibrio y oscilación. Los fenómenos que causan oscilaciones cíclicas cualitativas y cuantitativas en contextos culturales ordenados pueden ser tanto de tipo externo como interno. Estas perturbaciones pueden manifestarse materialmente de diferente modo, mediante la sustitución, adición o sustracción de ciertos elementos, si bien el proceso de sustracción es el más fácil de identificar arqueológicamente.

Por ejemplo, cuando se produce una conquista el cambio en la cerámica local suele ser sustractivo²⁷⁹, más que aditivo o sustitutivo, se puede producir el cese o la alteración de algunas de las fases de la cadena operativa como la adición de desgrasante o la aplicación de engobes. Procesos de este tipo permiten la mutación de los fenómenos y las categorías que estructuran el sistema favoreciendo la aparición, a través de acciones cotidianas, de elementos nuevos que dan lugar a conceptos distintos. En este sentido, hay que considerar qué agentes son los que pueden promover el cambio en los artefactos cerámicos y qué factores y contextos pueden favorecer la estabilidad y la resistencia al mismo. Todo ello lleva a considerar la predisposición al cambio, ya que los individuos y el grupo en su conjunto pueden ser más o menos receptivos o estar diferencialmente motivados hacia el mismo (Dornan 2002).

²⁷⁹ Rice (1984a) pone como ejemplo el caso de las producciones a mano aztecas que, tras la conquista española, no incorporaron nuevos diseños ni dejaron de realizar su producción. Los cambios se produjeron en aquellas acciones y fases de la cadena operativa que afectaron menos al sentido estético y al proceso técnico de las vasijas. Para los españoles, resultaba más práctico formar, en los nuevos métodos de manufactura desarrollados a torno, con horno, etc., a nuevos individuos ajenos o distantes a la fabricación de producciones tradicionales que reconducir a los antiguos alfareros hacia nuevas formas de producción.

Ya se ha comentado antes que una vez los aprendices están formados y se han habituado a temprana edad a las dinámicas que rigen el universo cerámico, los esquemas que sigue el alfarero pueden mantenerse muy estables a lo largo de su vida. Sin embargo, debe considerarse también que, incluso en las sociedades más cerradas, no todos los individuos son necesariamente poco receptivos a nuevas informaciones, de modo que pueden producirse re-conceptualizaciones que pueden favorecer, por ejemplo, cambios en el sentido estético, en los gustos o en las formas de percibir. En estos casos, los alfareros tienen la posibilidad o no de adecuarse a estas nuevas necesidades sociales. De esta manera, Kingery (1984) ha señalado que, una vez los productores han reconocido una serie de necesidades que los usuarios no tienen cubiertas, se puede producir la adopción rápida de ciertas soluciones materiales y técnicas encaminadas a satisfacerlas, siempre teniendo en cuenta las posibilidades de los recursos productivos disponibles. De este modo, cuando se adopta una nueva opción tecnológica se produce una divergencia entre alfareros nuevos y alfareros viejos donde, normalmente, los últimos tratan de desprestigiar a los primeros por salirse de la tradición y de las reglas que marcan la identidad (Varela 1990; Arnold 1999).

Ya se ha observado los esfuerzos materiales, energéticos y sociales que se requieren para la formalización de una tradición tecnológica cohesionada, en este contexto, cuando el cambio tecnológico sucede no se realiza sin costes. Por un lado el alfarero deberá experimentar y aprender hasta adquirir cierta soltura en el manejo de nuevas técnicas o materiales interactuando con nuevos espacios físicos y sociales para obtener recursos, materias primas, técnicas e incluso herramientas que se ajusten a las nuevas necesidades. Por otro lado, el usuario deberá conocer a que se deben los cambios introducidos por los artesanos en sus productos y la finalidad de los mismos. Ambos agentes deberán establecer y consensuar los nuevos significados contenidos en la cultura material, tanto en el plano físico como en el abstracto.

Muchos de estos fenómenos de cambio son intangibles y, por tanto, de difícil aproximación en nuestra disciplina, sin embargo, podemos acercarnos parcialmente a ellos a través de las manifestaciones observadas en la cultura material. El estudio de la estabilidad y el cambio en la cerámica puede abordarse a través de su constatación mediante estudios de pastas, de las estrategias de cocción, las técnicas de modelado, las formas, los procesos de uso y deposición de la cerámica, etc. (Van As 1984; Mills 1999).

Además, existen una serie de factores, como la dieta, los contextos de uso, los sistemas de valores, etc., que ejercen cierta influencia en la estabilidad y el cambio en la cerámica de múltiples sociedades. Estos factores se relacionan con varias dinámicas que deben considerarse en la interpretación de las cadenas operativas de fabricación cerámica y del producto final, ya que pueden ser indicadores de cambio y estabilidad.

De todos modos, no se pueden realizar generalizaciones de los patrones de cambio y continuidad observados en distintas sociedades ya que comunidades diferentes pueden manifestar distintas motivaciones que influyen y determinan el modo en que se desarrolla el devenir de la producción cerámica. A continuación se procede a sintetizar algunos de los fenómenos, muchos de ellos interconectados, que pueden interactuar con el cambio en la cerámica:

26.4.1. Dieta, tradiciones culinarias y patrones de consumo.

Un cambio profundo en los patrones de consumo y los usos que realizan los usuarios de la cerámica puede favorecer cambios en la organización de la producción, lo que a su vez puede afectar a algunos rasgos de la cerámica, así como su grado de variabilidad y las técnicas utilizadas. Cambios en la dieta, formas de preparar la comida y de consumirla pueden favorecer alteraciones en la cerámica, ya que ésta puede cumplir un rol muy importante en la preparación de alimentos y en los patrones de consumo y almacenaje. El consumo de nuevos alimentos y nuevas formas de preparación, así como la escala en la que se realizan estas actividades pueden producir cambios en la tecnología cerámica²⁸⁰. Por el contrario, el mantenimiento de alimentos, comidas y formas de preparación tradicionales favorecerá la estabilidad tecnológica. (Skibo 1992; Dobres y Hoffman 1994; Fuller 2005; Arthur 2007; Mannoni 2007; García Rosselló 2008: 63, 65; Albero y Puerta 2009).

Estas actividades pueden, en numerosas ocasiones, condicionar muchos de los rasgos que se observan en la cerámica. A nivel de agencia e interacción tecnológica, la cocina en si misma supone un acercamiento al universo cerámico ya que implica el establecimiento de una tecnología formada por recetas, cadenas operativas y tiempos desarrollados en un determinado contexto social de preparación, servicio y consumo.

²⁸⁰ En *Moundville* (Alabama, EEUU) se producen interesantes cambios en la configuración de pastas. En este caso, la adición de calcita en forma de concha, durante 500 BC -1500 AD, se asumió como un aspecto funcional ligado al desarrollo de cerámica de cocina y a cambios en la dieta (Stepoinatis 1984).

Se trata de una compleja interacción entre distintos factores que, al igual que en las cerámicas, se transmiten entre el ámbito doméstico y el público afectando a procesos de formalización de la identidad y la tradición cultural. En este sentido, la dieta es extremadamente resistente a los cambios (García Rosselló 2008: 65), incluso cuando el individuo está en otras comunidades diferentes a la suya (Harris 1980).

El acto de comer y beber constituye una experiencia social que tiene lugar en sociedades de escala y composición muy diferentes. Patrones de consumo específicos, como festines y ágapes, pueden favorecer el desarrollo de cerámicas con rasgos característicos y distintivos (Bowser y Patton 2004). Las cualidades de las cerámicas pueden estar relacionadas, por ejemplo, con la cantidad de gente que debe consumir alimento o con la proyección pública que supone, a menudo, el acto de comer. En este sentido, se ha utilizado la cerámica como un indicador del cambio en el tamaño de los grupos que realizan los comensales así como de su posición social.

Por otro lado, estrechamente relacionado con la vinculación entre dieta y cerámica se sitúan parámetros perceptivos como el sabor²⁸¹, que pueden jugar un rol muy importante en la justificación cultural de la utilización de una determinada gama de vasijas, estructuras de cocción y forma de preparación de alimentos. Uno de los argumentos que se utiliza muchas veces para el mantenimiento de una determinada técnica culinaria o del uso de materiales cerámicos concretos en la tradición culinaria es precisamente el sabor característico que proporciona el cocinado en estos recipientes a los alimentos. Esta conjunción de factores en la variable “sabor” puede inhibir en muchas sociedades el cambio cultural ya que se considera un componente valioso de la cultura (Balfet 1984; Rice 1984b; Arnold 1985: 138-139; Schiffer y Skibo 1987; Skibo 1992; Mills 1999; Sillar y Tite 2000).

²⁸¹ Los materiales cerámicos suelen desarrollar, según su tecnología de fabricación, un mínimo grado de porosidad. Al mismo tiempo, la arcilla en estado natural puede contener cierta cantidad de sales. Durante el cocinado o el almacenaje de los alimentos, el contenido se filtra por estos poros y, por un proceso de lixiviación, queda emplazado en las paredes de la vasija. La presencia de estas sustancias en las piezas acaba dotando de un sabor característico a las sustancias almacenadas o cocinadas en las cerámicas. Para un repaso de ejemplos etnográficos sobre esta cuestión consultar Arnold (1985: 138-139) o Skibo (1992).

26.4.2. Contactos externos.

Las personas no son estáticas sino que suelen circular por el territorio desarrollando contactos, procesos de migraciones y retornos, vínculos comerciales, conquistas e invasiones, etc. Los intercambios de información que se suceden como consecuencia de estos contactos y movimientos pueden producir cambios e innovaciones en la cultura material que fabrican y utilizan los individuos, así como en las relaciones socioeconómicas y en las tradiciones culinarias que éstos mantienen (Williams 1982; Steponaitis 1984; Mills 1999; Lavan 2007).

Cambios intensos pueden producirse en las cerámicas debido a estímulos externos, éstos afectan al sistema a su vez reactivando ciertos estímulos internos. Este fenómeno puede promover una serie de alteraciones en los sistemas de transmisión de conocimientos y la organización social de la producción que se reflejan en la cerámica²⁸², por ejemplo, en las tipologías o en las técnicas y los materiales usados en su fabricación. Una evidencia de estos contactos lo constituye la aparición de nuevas formas cerámicas, fabricadas o no con las mismas técnicas, pero ligadas a ideas y valores, tradiciones culinarias y formas de preparación que pueden diferir de las tradicionalmente establecidas por una sociedad. Este proceso de interacción entre agentes externos e internos puede culminar y manifestarse, por ejemplo, en cerámicas inspiradas en modelos foráneos o en la adopción y la reinterpretación de determinadas tecnologías. También puede desembocar en una interacción entre distintos tipos de cerámicas en determinados contextos. El fenómeno contrario sucede con el relativo aislamiento geográfico o social de algunas comunidades o grupos sociales, en este caso, estos factores pueden repercutir en una mayor estabilidad de las tradiciones cerámicas.

²⁸² Aspectos de este tipo se han podido documentar ampliamente en numerosas culturas y lugares como en Escandinavia y la prehistoria británica (Williams 1982; Mannoni 2007).

26.4.3. Cambios en la estrategia de subsistencia.

Variaciones en las técnicas, los materiales y las formas de la cerámica han podido documentarse en momentos en los que se producen importantes alteraciones sistémicas derivadas de cambios en la organización social, en las estrategias de subsistencia y en el modo de vida de las personas²⁸³. Éstos son factores potenciales que pueden promover el cambio tecnológico y mutaciones de los significados de la materialidad (Schiffer y Skibo 1987; Mannoni 2007), afectando a la organización de la producción cerámica, a la demanda y a la ordenación espacial de los recursos. Ello puede implicar cambios en los materiales utilizados en la producción, en los medios productivos y en la forma de gestionarlos (Varela 1990).

Por ejemplo, cambios en la productividad pueden provocar variaciones en el tamaño de las vasijas²⁸⁴. En casos en los que se producen excedentes para el intercambio la cantidad de vasijas producidas, especialmente las de gran tamaño, suelen sobrepasar las necesidades del propio grupo doméstico (Mills 1999). Un aumento de la productividad agrícola puede implicar un aumento de la escala de producción, especialmente en lo que se refiere a la cantidad de cerámica de almacenaje producida. Este fenómeno resulta retroactivo ya que, al fabricarse más cerámicas de gran tamaño, al mismo tiempo se incrementa la capacidad de almacenaje lo que permite, a su vez aumentar la productividad.

De la misma forma, la estrategia de abastecimiento de agua puede estar relacionada con la cantidad de vasijas que se pueden hallar en el yacimiento. Se documentan casos etnográficos donde la distancia o la topografía limitan el acceso a las fuentes de agua por lo que la demanda sobre este producto se expande incentivando la fabricación de más vasijas de transporte y de almacenamiento de agua (Arnold 1985: 141-146).

²⁸³ Por ejemplo, en el siglo V DC cuando se produce el declive de la sociedad romana en múltiples áreas del se pasa de producciones a torno altamente estandarizadas a otras producciones a mano (Arthur 2007).

²⁸⁴ Por ejemplo, la cerámica de cocina de la zona de Puebla (EEUU) muestra un aumento de tamaño ligado a un incremento en la producción agrícola (Mills 1999).

26.4.4. Cambios en los sistemas de valores y en las ideas.

Cambios en la esfera ideológica relacionados con nuevos esquemas de racionalidad, nuevos gustos, modas, etc. pueden favorecer ciertos cambios en la cerámica (Mannoni 2007). La cerámica está estrechamente relacionada con los individuos, sus ideas y sus esquemas de racionalidad (Albero y Deyà 2009). De este modo, los individuos se expresan mediante una determinada cultura material que les identifica como tales ante los semejantes, existiendo un nexo entre personas y cerámicas. Se documenta, en muchas culturas, una asociación cosmogónica entre la arcilla, las cerámicas y los individuos. La arcilla cumple un papel esencial en multitud de mitos creacionistas tanto de raíz judía como cristiana o islámica e incluso en sociedades tribales de África, donde la arcilla acaba dando lugar a la forma humana (Barley 1994; Morales 2005). Los artefactos fabricados de arcilla son susceptibles de ser humanizados y utilizados para la remarcar la individualidad. Si las cerámicas potencialmente constituyen una extensión de los individuos se debe considerar que éstas pueden cambiar si lo hacen también las ideas y los valores de los mismos.

26.4.5. Cambios en la distancia existente entre el productor y el usuario.

La relación existente entre los productores y los usuarios es esencial a la hora de abordar el cambio en la cerámica, ambos realizan un intercambio de información y significados así como un contrato social acerca de las necesidades y las posibilidades que tienen ambos agentes. La fabricación de cerámicas debe aportar al final del proceso, cuando ésta es puesta en circulación, una serie de beneficios a los usuarios y a nivel social ello implica que ésta debe ser un buen mecanismo de traspaso de la información (Arnold 1985: 128, 220; Mills 1999). Como señala Varela (1990: 216) *“Cada forma...tiene un significado particular...para el productor y los consumidores. Tan pronto como cualquiera de ellos se pierde...pasan a formar parte de un repertorio “inactivo” que pueden reactivarse con otros significados o desaparecer para siempre”*.

De este modo, la demanda que realizan los individuos que consumen, de acuerdo con sus necesidades, determinados productos afecta al modo en que los alfareros van a desarrollar su producción y la van a distribuir. Los consumidores pueden propiciar cambios en ciertos parámetros de la producción cerámica de acuerdo con sus nuevas necesidades.

Según varios autores (Balfet 1984; Rice 1984b; Mills 1999), una distancia corta entre el productor y el usuario, favorecerá la estabilidad en la cerámica, especialmente en aquellos casos, bien constatados etnográficamente, donde el papel de productor y usuario recaen en la misma persona. Sin embargo, P. Rice (1984b) señala que también el distanciamiento entre usuarios y productores, por ejemplo a través de la introducción de intermediarios en la cadena de distribución de la cerámica, puede generar estabilidad. En este caso, los productores realizan sus producciones relativamente ajenos a los cambios que se producen en los contextos de uso y a las necesidades de los usuarios, lo que favorece que no se requieran alteraciones de los productos manufacturados.

26.4.6. Cambios en los contextos de uso.

Ya se señaló que la cerámica participa de ciertas actividades, como el cocinado de alimentos y la ingesta de comidas, que se desarrollan en distintos contextos en los que tiene lugar una interacción entre los miembros que intervienen a través de flujos constantes de información transmitidos a través de variadas prácticas sociales.

De este modo, los cambios que puedan producirse en los contextos de uso de los artefactos pueden afectar también al modo en que la cerámica se fabrica. Por ejemplo, algunos estudios²⁸⁵ han sugerido que puede existir una estrecha conexión entre el tamaño de los recipientes de servicio, almacenaje o de cocina y los miembros que componen la unidad doméstica. De este modo, un cambio de la composición del contexto doméstico puede implicar cambios en la intensidad de la producción, en el tamaño y la tecnología de los artefactos. También puede ir vinculado el mismo proceso cuando se produce un cambio en los contextos de uso, de este modo las piezas que antes se fabricaban de una forma determinada para utilizarse en determinados contextos pueden presentar cambios tanto en su producción como en su significado al ser introducidos en otros nuevos.

²⁸⁵ Este hecho ha podido confirmarse etnográficamente en la villa Dangtalan de la tribu Kalinga donde existe una correlación entre el número de habitantes por unidad doméstica y la media observada en el tamaño de la cerámica de cocina (Mills 1999).

26.4.7. Cambios demográficos.

Debe considerarse que los usuarios también participan en el ciclo cerámico y, por tanto, el tamaño, la densidad y la tasa de crecimiento de la población pueden influir en la producción cerámica. La demanda de un producto también está influenciada por su rol social e ideológico derivado de los flujos de información que se transmiten entre los individuos. Los cambios demográficos pueden afectar a la intensidad de los flujos de información que se producen entre los individuos, así como a la demanda que se realiza de una determinada cultura material, por tanto, implican también a la intensidad de los fenómenos de repetición de las acciones que realizan los artesanos y sus formas de organización. Por ejemplo, ante cierta presión demográfica puede intensificarse la escala de la producción a nivel intensivo o extensivo (Boserup 1981).

Un incremento en la densidad de población puede favorecer una mayor interacción entre los individuos y entre los propios ceramistas (Livingstone-Smith 2000), lo que puede dificultar la estabilidad de las categorías sociales establecidas, haciendo necesaria la creación de una serie de mecanismos que cohesionen a la comunidad, como la cultura material. En este sentido, ante un aumento demográfico, una estrategia social práctica y eficiente podría consistir en reglamentar los rasgos de la cultura material como forma de materializar unas determinadas pautas sociales de forma efectiva.

En definitiva, algunos autores (Rice 1984a), han considerado los cambios en las dinámicas poblacionales como un factor que interviene activamente en la estabilidad cerámica. Un aumento poblacional, especialmente si éste se realiza con personas ajenas al grupo, puede suponer la incorporación de un mayor número de experiencias y el intercambio de nuevos conocimientos tecnológicos, implicando, a menudo, la redefinición de las tradiciones tecnológicas existentes. Finalmente, algunos autores (Aramburu 1998) han señalado que un aumento o la disminución de la población pueden afectar también a la organización espacial. A menudo un patrón espacial diferente puede implicar al grado de variabilidad de las materias primas utilizadas en la producción cerámica, ya que pueden ponerse en circulación nuevas arcillas y desgrasantes (Rye 1981: 3; Arnold 2000). También, la forma en la que se asienta la población en el territorio afecta a los modos de distribución y uso de los artefactos.

26.4.8. Cambios en las técnicas.

Las propias técnicas también influyen en los cambios que se producen en las tecnologías (Mills 1999), la adopción, por los motivos que sean, de algunas técnicas y/o materiales puede implementar, en un proceso retroactivo, el desarrollo de determinadas formas de organización social y nuevas necesidades que a su vez pueden alterar el proceso cerámico en su conjunto. Esta postura implica una visión activa de la tecnología en la sociedad donde, a través de la elección tecnológica, los individuos actúan y se expresan mediante unas pautas de conducta asociadas a determinados materiales, formas de producción, uso y deposición de los artefactos, etc. Sin embargo, las elecciones realizadas por éstos también van a condicionar sus marcos de acción y el desarrollo de determinadas cadenas operativas. La estabilidad tecnológica se deriva, en gran parte, del alto grado de interacción que se produce entre los recursos usados y determinadas formas de hacer. Además, los artefactos obedecen también a necesidades más o menos cotidianas donde la producción responde en gran medida a conceptos utilitarios que favorecen la estabilidad. Las producciones que tienen una marcada función utilitaria suelen estar menos sometidas a procesos de cambio (Rice 1984b; Rice 1987: 460; Pool 2000).

26.4.9. Cambios en el entorno natural.

Resulta vital contemplar en el cambio de los rasgos de la cerámica ciertos aspectos paleo-ecológicos que pueden afectar a la accesibilidad y disponibilidad de las materias primas, desgrasantes y combustibles que pueden utilizarse en la producción cerámica. El entorno medioambiental va a determinar en gran medida las elecciones tecnológicas posibles y de esta manera, el producto final obtenido y su grado de variabilidad. Por ejemplo, la desaparición, aunque sea temporal, de un recurso puede implicar la redefinición de la estrategia de gestión de los mismos. Por otra parte, resulta vital conocer, en la medida de lo posible, la influencia antrópica que se produce sobre los recursos bióticos y abióticos, ya que la arcilla y los combustibles necesarios para la producción cerámica pueden entrar en conflicto, por ejemplo, con los suelos o recursos utilizados para la agricultura u otras actividades.

De este modo, la productividad agrícola, muy sensible a aspectos demográficos, puede influir en la estrategia de gestión de los recursos minerales del territorio en su conjunto. Finalmente, es posible también que muchos cambios técnicos y estilísticos en la cerámica puedan estar relacionados con la disponibilidad, a nivel cualitativo y cuantitativo, de combustible (Rice 1984b; Sillar 2000; Mannoni 2007).

26.4.10. Cambios en la organización de la producción.

La tecnología cerámica está estrechamente relacionada en sus características con la organización social, al mismo tiempo éstas suponen un recurso en manos de los individuos para que éstos puedan actuar en vistas a alterar su posición social e indirectamente la organización social del grupo, incidiendo así en la propia sociedad (García Rosselló 2008). De este modo, cambios en el estatus de los individuos y el desarrollo de las diferencias de clase pueden causar cambios en el registro (Mills 1999). Del mismo modo, la tecnología cerámica puede cumplir un rol de “guardián del orden social”, al materializar mecanismos de identidad relacionados con estructuras sociales determinadas (Ixer *et al.* 2009).

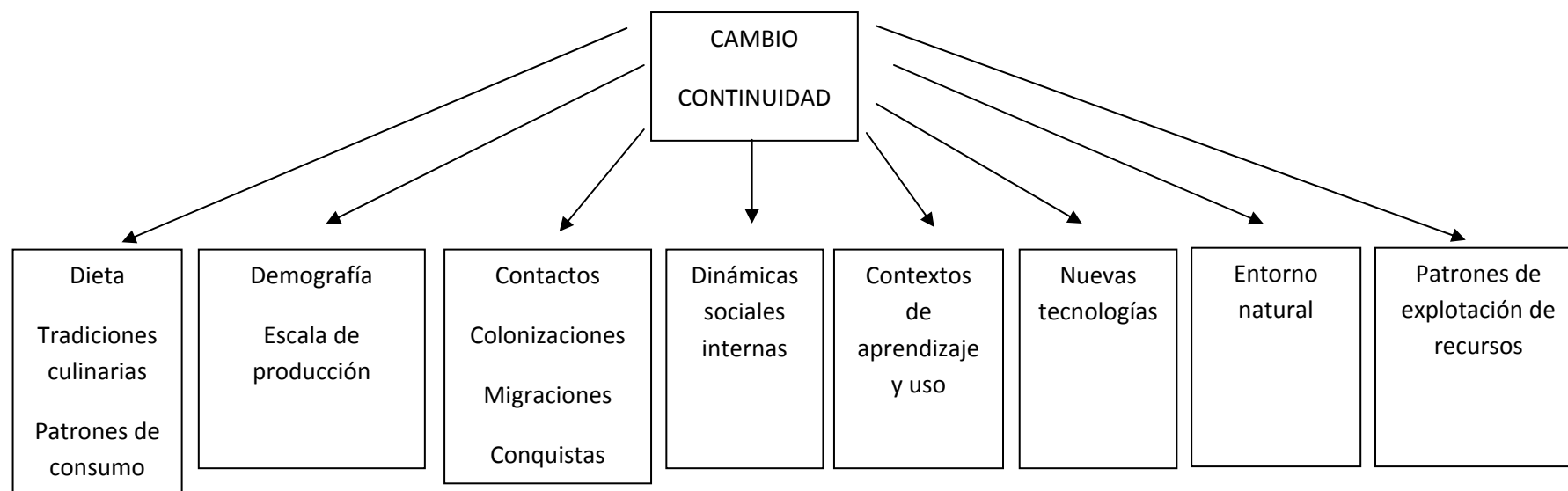
Por tanto, pueden desarrollarse estrategias individuales que favorezcan cambios en la tecnología empleada por algunos individuos con el objetivo de disminuir los costes de producción o favorecer aspectos funcionales o estéticos de la cerámica con la finalidad de alterar su valor social. Este tipo de iniciativas particulares dificultan la reproducción de las estructuras sociales de modo que las comunidades pueden adoptar medidas para evitar la aparición de este tipo de políticas individuales con la finalidad de que exista una mayor cohesión tecnológica en el grupo. A menudo, pueden existir prohibiciones²⁸⁶ que debiliten una motivación hacia la innovación y el cambio y, por tanto, favorecen la estabilidad social y una reducción de la variabilidad de las producciones cerámicas realizadas (Rice 1984b).

²⁸⁶ Existen casos donde los propios alfareros son los que favorecen el control tecnológico que en algunos casos implica a la materia prima y a los procesos de fabricación. Por ejemplo, se constata, a finales del siglo XV, entre los ceramistas de la Ciudad de Mallorca, una petición al virrey para que se creara una ordenanza que obligara a todos los alfareros a utilizar la misma arcilla para la cerámica de cocina. Ello, según argumentan los artesanos, se realiza con la finalidad de homogeneizar la calidad de los productos del gremio lo que permite asegurar también el orden social establecido (Llabrés Ramis y Vallespir Soler 1980: 251-252).

En otros casos, la presión existente entre artesanos en ambientes de competencia o de producción especializada dirigida al mercado puede resultar un factor de innovación y cambio tecnológico.

Cambios en la organización de la producción pueden alterar el registro cerámico mediante modificaciones de la escala de producción, una mayor especialización funcional de los productos o desarrollando un perfil especializado de los alfareros y de los procesos que toman parte de la producción. Incluso en sociedades donde la cerámica se produce a pequeña escala y para un consumo local este tipo de fenómenos pueden manifestarse (Mannoni 2007).

Mapa conceptual de los agentes que pueden interactuar en el cambio tecnológico en cerámica.



26.5. Conclusiones.

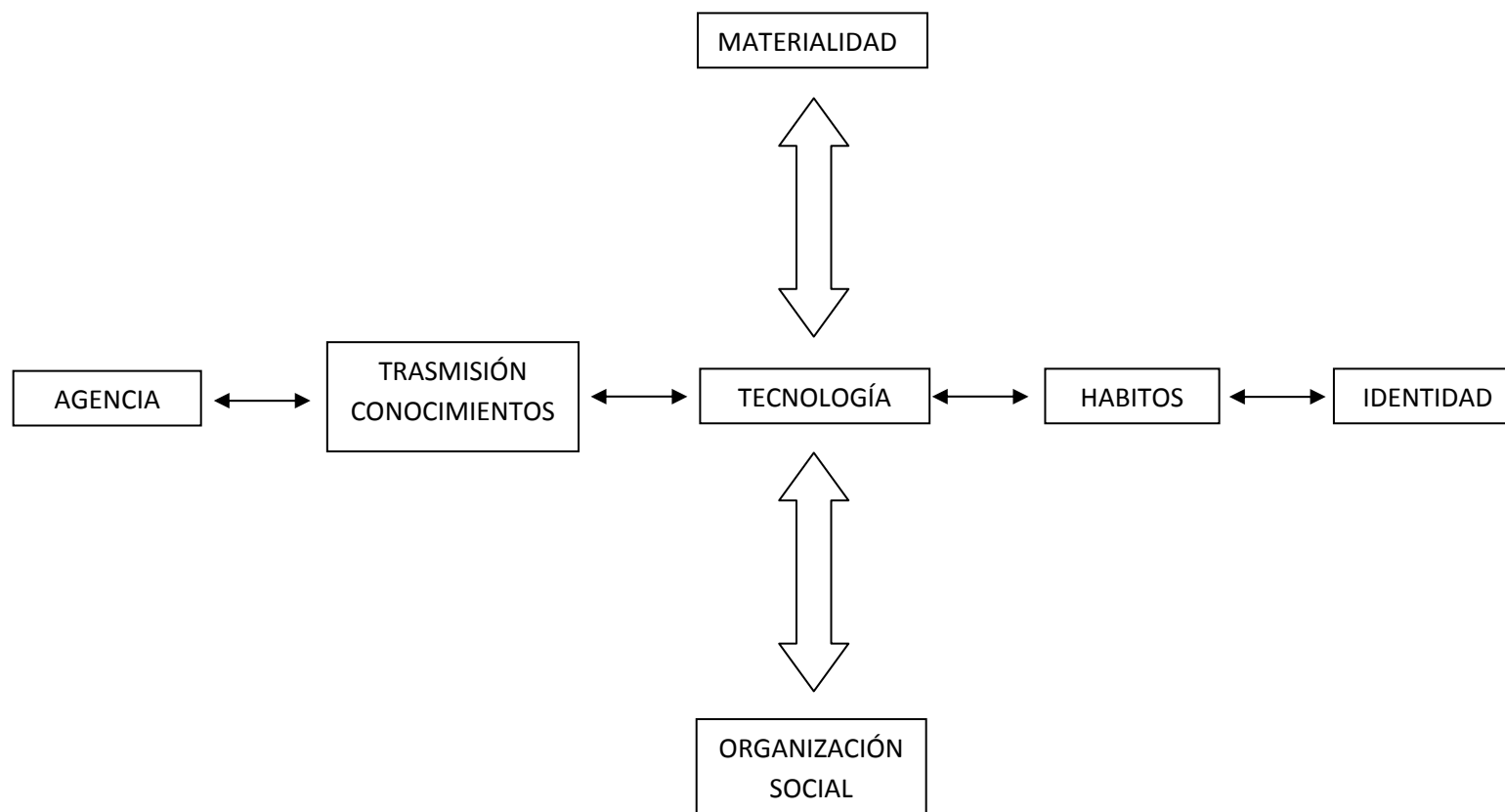
Una vez realizada una aproximación exhaustiva a los materiales, a sus procesos de fabricación y a sus cualidades finales tenemos que interpretar los rasgos de los artefactos en relación a su contexto social a nivel espacial y temporal. En este sentido, debemos considerar ciertos aspectos que van más allá de la materialidad, el entorno natural y las necesidades biológicas y abordar las prácticas sociales que se manifiestan en los propios materiales y en sus contextos de uso y deposición. Este cambio de nivel, donde pasamos de lo material a abordar fenómenos sociales intangibles se realiza mediante el análisis de los productos cerámicos en su contexto histórico y a partir del desarrollo de conceptos como tecnología, agencia, elección tecnológica, organización social de la producción, identidad, sistemas de categorización y transmisión de la información y los conocimientos, hábitos, etc. La implementación del *corpus* de datos obtenido con estos conceptos teóricos nos ayudará a comprender como se organiza la producción y a dilucidar el significado de las cerámicas y, en definitiva, a indagar sobre la organización de la propia sociedad. Del mismo modo, estos conceptos servirán para abordar los motivos por los que se produce el cambio en el registro cerámico y sus manifestaciones básicas en relación a la construcción dinámica del contexto social a través de la cultura material en su conjunto.

Para abordar estas cuestiones debemos ser capaces de diseñar primero estrategias de análisis que permitan identificar así como establecer el rumbo de determinadas tradiciones tecnológicas a través del estudio del registro material y el contexto arqueológico. Creemos que mediante la caracterización contextual y temporal de las cadenas operativas, el análisis del grado de variabilidad y las cualidades del producto final, podremos abordar la significación social inherente en la tecnología de los artefactos cerámicos a lo largo de los periodos de la prehistoria mallorquina contemplados. El estudio de los rasgos de la cultura material nos acerca al nivel de especialización y de segmentación de la producción, así como al perfil de los alfareros y las soluciones que éstos adoptan. Estos parámetros permiten identificar también al grado de interacción que se produce entre la totalidad de los individuos del grupo y a la existencia de pautas comunes de comportamiento.

La aplicación de diversas teorías resulta vital para realizar una interpretación más compleja de la cultura material y su relación con las estructuras sociales. Sin embargo, para su verificación arqueológica habrá que recurrir irremediabilmente a indicadores del propio registro. El estudio de la cadena operativa constituye un marco teórico-metodológico analítico muy indicado para consignar la significación de la cerámica y sus procesos de cambio. Nuestro estudio del pasado se basa en la caracterización de los artefactos de modo que no resulta aconsejable abordar estos conceptos a partir de un sólo rasgo de la producción, o una única elección tecnológica, sino que se deberá considerar la conjunción de distintas elecciones tecnológicas y, en definitiva, de la cadena operativa de la totalidad del registro material en su conjunto para poder comprender los estímulos sociales a los que responde una tradición tecnológica. El estudio de los rasgos de la producción se basa en conocer el diseño de la tradición tecnológica en su conjunto. Estudiando las propiedades formales de los artefactos y su relación con determinadas elecciones tecnológicas se pueden conocer que cambios se producen en las tradiciones tecnológicas a lo largo del tiempo. Los arqueólogos que estudian la cerámica disponen, con este procedimiento, de una base adecuada además para abordar el cambio tecnológico ya que las dinámicas de la cultura material permiten relacionar las propiedades formales de los artefactos con sus características de fabricación y sus contextos de uso y deposición (Braun 1983).

A pesar de este procedimiento, la ciencia actual posee algunos puntos ciegos, especialmente cuando tratan de abordarse tecnologías prehistóricas ya extintas. Ello obliga a acudir a la etnografía y a métodos analíticos complementarios como la experimentación que permiten entender mejor la relación entre propiedades formales de los materiales, proceso de manufactura, elección tecnológica y estructura social (Schiffer y Skibo 1987; Clop 1998). De esta manera, el estudio de la significación tecnológica de la cerámica debe comenzar por el establecimiento de una serie de hipótesis sobre la tradición y el cambio tecnológico y por el estudio de procesos de fabricación, uso y deposición particulares. En este sentido, la etnografía y la experimentación colaboran en proporcionar un marco capaz de generar hipótesis más complejas.

Mapa conceptual del mecanismo de génesis y funcionamiento social de la tecnología.



27. ANÁLISIS DIACRÓNICO DE LA PRODUCCIÓN CERÁMICA.

Como ya se señaló al concluir el capítulo de pasta/tipología y tecnofuncionalidad cerámica, los rasgos de las vasijas estudiadas parecen obedecer, principalmente, a criterios cronológicos y contextuales, a diferentes modos de producir la cerámica en función tanto de los contextos en las que éstas van a ser utilizadas y depositadas como del contexto sociocultural en el que se encuadran los artesanos. Se observa cómo se producen notables diferencias tecnológicas entre las piezas de diferentes periodos que se manifiestan en variables como las concentraciones de CaO, de desgrasante mineral y vegetal, de calcita, de cuarzo, de Fe₂O₃, así como en las materias primas y las técnicas utilizadas (Fig. 401 y 402). Ello se manifiesta también en los grupos texturales y las fábricas documentadas para cada periodo y se refleja claramente, como se ha visto, a través de un análisis ACP donde las piezas parecen ordenarse relativamente bien en función del periodo y el ámbito crono-espacial al que se adscriben.

De este modo, para realizar una correcta lectura de la tecnología observada en las muestras analizadas, deben situarse las características de las piezas en su contexto cronológico y espacial. A continuación, se procede a señalar los principales aspectos que caracterizan a las cerámicas analizadas de cada periodo, desde el Bronce Antiguo hasta prácticamente el cambio de era, realizando además una comparación formal con los datos proporcionados por otros estudios de pastas, tanto del ámbito insular como continental. Una vez establecidas las características de la cerámica para cada periodo se está en disposición de establecer hipótesis acerca de la forma en que se organizó su producción y el modo en la que ésta interactúa con otras dinámicas sociales observadas a través del análisis de otros tipos de registro. Ello supone un proceso de inferencia inductiva y deductiva que permite investigar cómo fenómenos particulares observados en las vasijas están conectados con otros de carácter estructural. Finalmente, esta estrategia diacrónica permitirá tratar de dilucidar qué cambios se producen en la cerámica y en su modo de producción a lo largo del tiempo y en función de diversas dinámicas sociales.

Se deja, entonces, para una fase de análisis posterior la relación entre los rasgos de las cerámicas y sus respectivos contextos de uso y deposición. Esta aproximación resulta vital para comprender si los modos de fabricación de las cerámicas tienen correlación con diversos tipos de yacimientos asociados a distintos tipos de espacios y actividades. En esta aproximación resulta importante dilucidar primero aquellos rasgos de las cerámicas que pueden obedecer a parámetros crono-culturales para poder diferenciar, con mayor facilidad, aquellos que podrían estar vinculados con las características y necesidades ligadas con los distintos yacimientos o espacios. Es en estos contextos en los que las vasijas se utilizaron y depositaron donde, en definitiva, la materialidad cobró su razón de ser por lo que su análisis resulta también esencial.

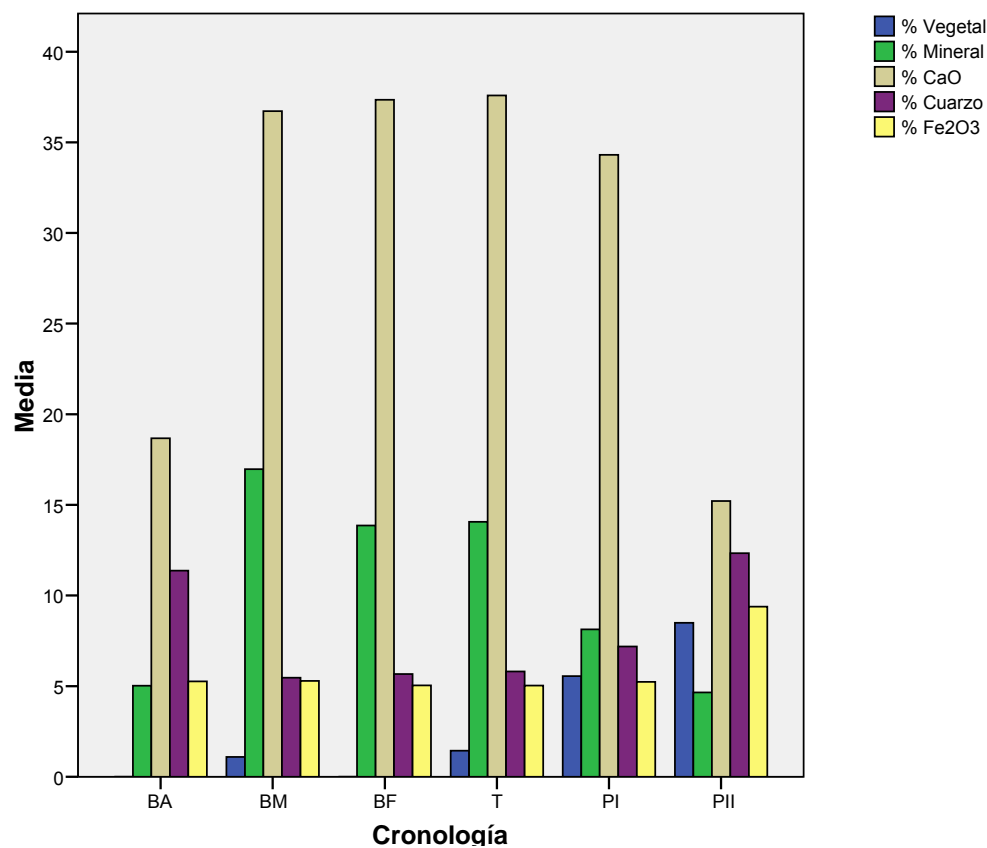


Figura 401. Media obtenida en las distintas épocas en función de variables diagnósticas utilizadas en los análisis de pastas.

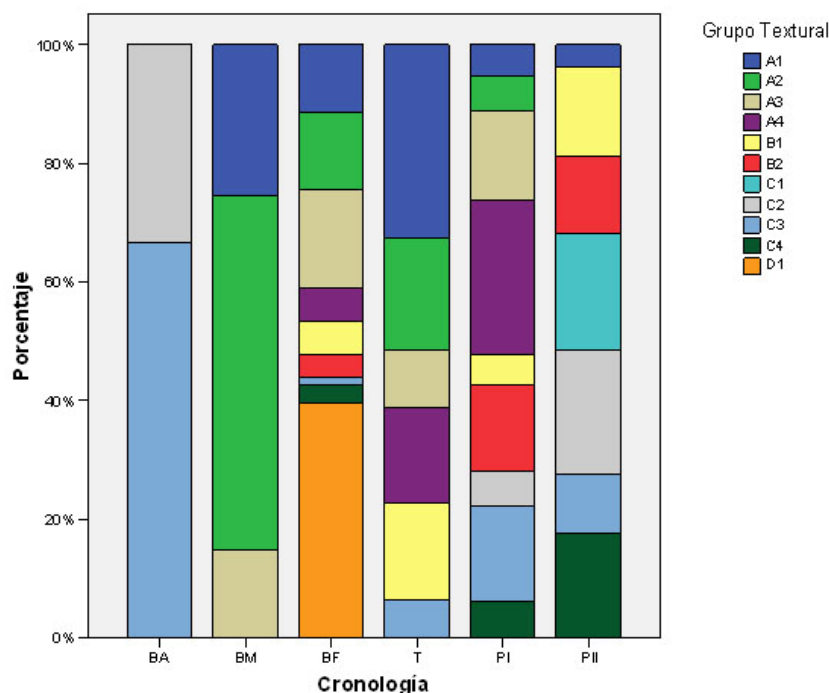


Figura 402. Porcentaje de los distintos grupos texturales documentados según periodo.

27.1. La producción de cerámica en el Bronce Antiguo (1770-1600 BC): *Closos de Can Gaià*.

27.1.1. Rasgos de la producción.

Las muestras asociadas a este periodo se corresponden tan solo con cuatro muestras de *Closos de Can Gaià* cuya cronología debe situarse entre 1770-1600 BC. Las cerámicas de esta época analizadas procedentes de este yacimiento se asocian, como ya se indicó en la introducción al área de estudio, con una fase de ocupación del asentamiento anterior a la construcción de la estructura navetiforme. En este sentido, los rasgos observados en las cerámicas parecen corresponderse con los constatados en otras cerámicas analizadas asociadas a contextos pertenecientes a un horizonte anterior a la construcción de las estructuras navetiformes.

A pesar del número reducido de muestras su inclusión permite realizar un primer esbozo de tipo cualitativo de los rasgos de las pastas cerámicas de este periodo, nunca abordado antes en la isla mediante técnicas arqueométricas, salvo el caso excepcional de W. Waldren (1982). Como ya se comentó en la introducción, existe una clara diferencia en la intensidad de las investigaciones arqueométricas sobre cerámica efectuadas en Mallorca y Menorca.

Se han efectuado más estudios analíticos, y en un mayor número de yacimientos, en Menorca, por ello, tenemos que trasladarnos al registro de esta isla para encontrar paralelos con los que comparar nuestros datos. De este modo, los resultados preliminares obtenidos aquí pueden ser de utilidad a la hora de plantear futuras preguntas e hipótesis sobre la producción de cerámica en esta fase de la prehistoria mallorquina que puedan abordarse en estudios más centrados en las cerámicas de este periodo.

Como se vio anteriormente, a partir de un análisis ACP que combinaba variables texturales, mineralógicas y químicas, las piezas de este periodo se han agrupado claramente entre sí definiéndose respecto a los otros grupos asociados a cerámicas de otras épocas. Podemos señalar, por tanto, que se trataría de cerámicas relativamente parecidas entre sí en lo que se refiere al carácter silíceo de las pastas, al contenido de CaO y a la textura. Estos aspectos están directamente relacionados con fenómenos tecnológicos relacionados con las materias primas utilizadas, la forma de preparar las pastas y las técnicas y estrategias utilizadas.

a) Pastas.

En los casos asociados a esta cronología la matriz de las piezas estudiadas en lámina delgada (CLG-149) se muestra ligeramente micrita lo que debe remitirnos a la utilización de arcillas margosas para producir estas cerámicas y, por tanto, con una alta probabilidad de ser de procedencia local. Las agrupaciones realizadas en función de la composición química sin contemplar el CaO nos sitúan ante piezas con un mismo origen o asociadas a una misma producción ($vt^* = 0.24$). En todo, caso se trataría de arcillas ílticas-moscovíticas con cuarzo y pocos carbonatos lo que genera productos más silíceos ($SiO_2 = 48 \pm 3\%$).

El estudio de García Orellana (1998: 55) y García Orellana *et al.* (2001), que comprende 112 cerámicas de la Edad del Bronce de *Cala Blanca, Son Mercer de Baix, Cala Morell, Trebalúger, Sa Torreta, Ses Roques Llises* y *Biniac l'Argentina* nos señala una clara dicotomía en el registro en función de la presencia de pastas silíceas antes de 1500 BC²⁸⁷.

Al igual que en nuestras muestras, el cuarzo es el anti-plástico principal en las pastas de estas cronologías analizadas por estos estudios, a pesar de que se documentan algunos granos de carbonatos y feldespatos. El registro de este periodo observado en *Closos de Can Gaià* certifica las tendencias observadas en estas investigaciones, especialmente en relación con los datos de García Orellana *et al.* (2001) y los estudios de cerámica de *Cova des Carritx* ya que en los niveles asociados al Bronce Antiguo (1750-1600 BC) de este yacimiento se observa también una preferencia por pastas más silíceas.

b) Desgrasantes.

Las concentraciones de CaO están en relación con lo señalado anteriormente, ya que se trata de piezas muy calcáreas (13.5-25.5%), pero que no llegan a alcanzar los niveles que se observan en periodos posteriores de la Edad del Bronce (>30%). En parte, esta alta cantidad de CaO debe relacionarse con la introducción de pequeñas cantidades de calcita cristalina (<10%), observada en lámina delgada y en binocular en las piezas. Presumiblemente este material habría procedido de las formaciones rocosas calcáreas cercanas al yacimiento, y habría sido machacado y añadido intencionalmente a la pasta. La adición de este desgrasante habría colaborado en aumentar los niveles de CaO respecto al contenido presente en las propias arcillas.

Ello supone la primera manifestación de la utilización calcita de cristalina en Mallorca en fechas tempranas, alrededor de 1700/1600 BC. La adición de pequeñas cantidades de este mineral tiene, así mismo, correspondencia en la textura de las piezas puesto que predominan texturas de tipo C3 y C2 caracterizadas, respectivamente, por una cantidad media o baja de desgrasante mineral (<8%) de aspecto poco anguloso y tamaño inferior a 800 µm, donde está ausente el desgrasante vegetal.

²⁸⁷ La periodización utilizada por este autor es confusa puesto que denomina como Pretalayótico II al periodo adscrito por nosotros al Bronce Antiguo (1700-1500 BC) y como Talayótico I al periodo descrito como Bronce Medio y Final (1500-1000 BC).

La aparición en fechas tempranas de la utilización de calcita cristalina ha podido constatarse en la *Cova des Carritx*, dónde se documenta, desde 1600 BC, la utilización de calcita junto con chamota en las pastas 4 y 5 definidas por Gómez Gras y Risch (1999). Por otro lado, en lo que respecta a Mallorca, W. Waldren (1982: 355, 669), señala el inicio de la adición de desgrasantes calcáreos en yacimientos de la *Serra de Tramuntana* desde c. 2000-1750 BC, cuando se constatan por primera vez inclusiones de rocas calizas en las pastas.

Podemos señalar también que, ya en este periodo, se constata la aplicación de engobes finos enriquecidos con hierro en la superficie de algunas de las cerámicas, como CLG-149, CLG-2795 y CLG-154. Por otro lado, esta misma pieza muestra la presencia de cerámicas trituradas en combinación con la calcita cristalina ya comentada. La combinación de desgrasantes como los documentados en la pieza CLG-149 está en plena consonancia con las soluciones determinadas en otras cerámicas de niveles del epicampaniforme y del Bronce Antiguo en yacimientos como *Son Gallard* (Waldren 1982: 348-356). También en Menorca, alrededor del 1600 BC, se observa la utilización de chamota²⁸⁸ como desgrasante añadido, en algunos casos combinada con calcita, en piezas de *Cova des Carritx*, *Trebalúger*²⁸⁹ y de los hipogeos 11 y 12 de *Cala Morell* (1700-1400 BC).

En muchos de estos yacimientos, al igual que parece suceder en *Closos de Can Gaià*, la chamota irá perdiendo importancia hasta que, en el Bronce Final, se documente el uso exclusivo de calcita (Gómez Gras y Risch 1999; García Orellana *et al.* 2001; Andreu *et al.* 2007; Guerrero *et al.* 2007: 144). La similitud de las soluciones técnicas observadas en ambas islas evidencia, como ya está bien constatado, que los contactos pudieron ser intensos ya desde el Bronce Antiguo. La comunicación entre las dos islas es, en lo que se refiere a la navegación, relativamente fácil y pudo ser bastante fluida ya desde el epicampaniforme (Guerrero 2007; Guerrero *et al.* 2007).

²⁸⁸ La chamota constituye el desgrasante más extendido durante la Edad del Bronce en el norte de la Península Ibérica donde su uso parece restringido a cerámica de almacenamiento y servicio (Ortega *et al.* 2001; Ortega *et al.* 2005). También se constata en el Levante español (Seva 1995; Seva y Almiñana 1996), en esta zona, en yacimientos como *Bancals de Sa Torre* o *Alt de Punxó*, se acompaña también de calcita cristalina (Espí Pérez 2000). También se constata en el Valle del río Po (Brodà *et al.* 2009) y en cerámicas del campaniforme inglés (Russell y Williams 1998).

²⁸⁹ Podemos apuntar, en base a la observación de las microfotografías de láminas delgadas publicadas, a la presencia de chamota también en al menos una cerámica (TREpre-10) de *Trebaluger* adscrita al Bronce Antiguo (García Orellana *et al.* 2001: 82, Foto 3)

c) Cocción.

Es también en la cocción dónde se observan diferencias importantes y donde se establece la mayor divergencia entre el registro de este momento y el que documentaremos en épocas posteriores. Pueden distinguirse entre las piezas analizadas de este periodo dos fábricas diferentes, F-6 y F-12, en función de la temperatura de cocción.

En la F-12 la TCE no debió superar los 850 °C, como se deriva de la presencia de calcita y la ausencia de fases de alta temperatura en los diagramas de rayos X efectuados en estas piezas. Sin embargo, la constatación de alteraciones térmicas en los cristales de calcita examinados en lámina delgada, así como la obtención de una pasta muy compacta y dura podría indicarnos una temperatura de cocción ligeramente superior a la observada en el resto de fábricas establecidas, a excepción de la F-6. Esta conclusión se deriva también de la observación de la micro-estructura de la pieza CLG-154, que muestra un estado muy inicial de sinterización.

Por otro lado, la pieza CLG-2795, asociada a la F-6, muestra indicios de una mayor TCE, que debe situarse entre los 850-950 °C, como se deriva de la escasa incidencia de los picos de calcita y la presencia de fases de alta temperatura como hematites, gehlenita y el desarrollo de las plagioclasas. También, la micro-estructura de esta pieza muestra un mayor grado de sinterización, indicando un estado inicial de vitrificación de la matriz. A diferencia de las piezas de este periodo asociadas a F-12, que han sido cocidas utilizando ambientes esencialmente reductores, esta pieza muestra una cocción inicial reductora con un importante componente oxidante en los márgenes externos. Este hecho podría indicar que la diferencia en la TCE no debe relacionarse con la utilización de estructuras de cocción diferentes sino, probablemente, con un mayor tiempo de cocción de la pieza o con su colocación en el horno que ha propiciado que la vasija haya estado más tiempo expuesta a altas temperaturas.

La presencia de fases de alta temperatura en materiales con cantidades bajas de calcita se ha podido observar también en cerámicas anteriores a 1400 BC de *Alcaidús* en Menorca (Vendrell 2003; Andreu *et al.* 2007). Las difracciones de rayos X de dos cerámicas del Bronce Antiguo de *Trebaluger* mostraron también fases de alta temperatura, sin embargo, se constatan otros yacimientos de este periodo donde no hay evidencias de sobre-cocción (García Orellana 2001: 59-60).

Por otro lado, los datos de la *Cova des Carritx* también sugieren unas temperaturas más altas para las cerámicas que no presentan altas cantidades de calcita añadida, si bien éstas no presentan indicios de sobre-cocción. Las investigaciones realizadas en este yacimiento (Gómez Gras y Risch 1999) interpretaron, en función del grado de variabilidad en un mismo vaso de la porosidad móldica producida por la descomposición de la calcita espática, el empleo de estructuras de cocción abiertas, con temperaturas poco constantes y uniformes y tiempos de cocción cortos.

Estos datos, junto con nuestras apreciaciones evidencian un escaso interés en controlar estrechamente las condiciones de cocción, algo que se manifiesta en la variabilidad de las atmósferas de cocción y de las temperaturas observadas en las pastas cerámicas. En todo caso, suponemos que pueden relacionarse con estructuras abiertas donde influye enormemente la colocación de las piezas en el horno. Sin embargo, la presencia de piezas ligeramente sobre-cocidas podría indicar que las cocciones fueron, en algunos casos, largas y a temperaturas de entre 700-900 °C. Otra estrategia de cocción posible para estas piezas consiste una ascensión rápida de la curva de calentamiento hasta alcanzar temperaturas muy altas (900 °C). Puede ser también, que las sobre-cocciones puedan deberse a picos de mayor intensidad de la temperatura en determinadas partes de la estructura a causa de agentes meteorológicos, como ráfagas de viento.

Dada la escasa cantidad de calcita cristalina añadida a las pastas, la utilización de cocciones poco homogéneas resulta menos peligrosa que en periodos posteriores a la hora de obtener productos adecuados para el uso. Ello permite que los alfareros no tengan que preocuparse demasiado en diseñar estrategias encaminadas a controlar estrechamente las condiciones de cocción. En base a los rasgos observados se puede determinar que los productos finales observados en este momento resultan bastante homogéneos, excepto en lo que se refiere a las temperaturas de cocción donde, como se ha visto, pueden existir diferencias importantes. Las cerámicas obtenidas poseen, por regla general, una gran compacidad y dureza, son poco porosas y altamente funcionales.

Cuadro 73. Estadísticos descriptivos con algunas variables de las pastas documentadas durante el Bronce Antiguo en *Closos de Can Gaià*.

	N	Media	Desv. típ.
% Fe ₂ O ₃	4	5,26	,26
% Calcita	4	34,67	23,08
% cc	1	10,00	.
% CaO	4	18,67	5,28
% Mineral	4	5,02	2,41
% cuarzo	4	11,37	2,76
% Vegetal	4	,00	,00

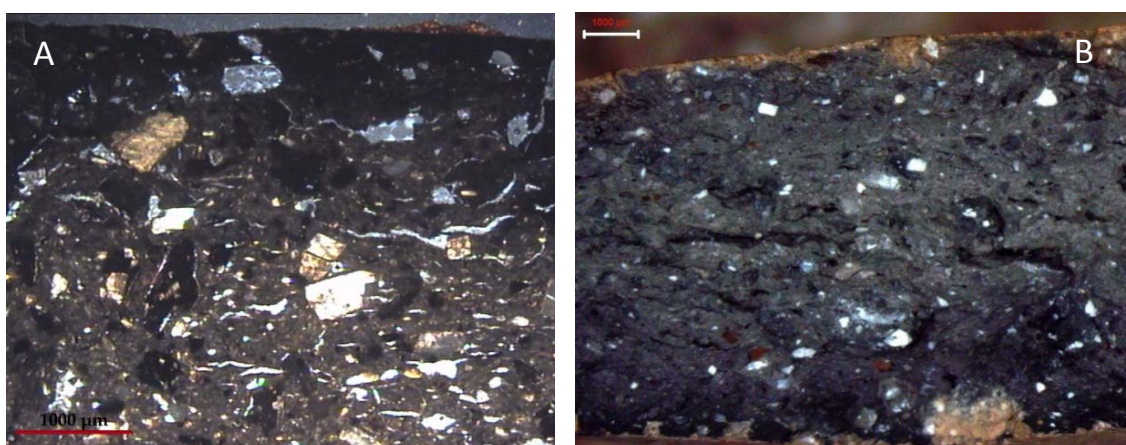


Figura 403. A) Microfotografía con nicoles cruzados de una lámina delgada de la pieza CLG-149 donde puede observarse una matriz muy compacta con calcita cristalina y chamota así como un engobe en la superficie externa. B) Microfotografía con binocular de la pieza CLG-154 mostrando una matriz compacta con una cantidad moderada de anti-plásticos y con un fino engobe en la superficie externa.

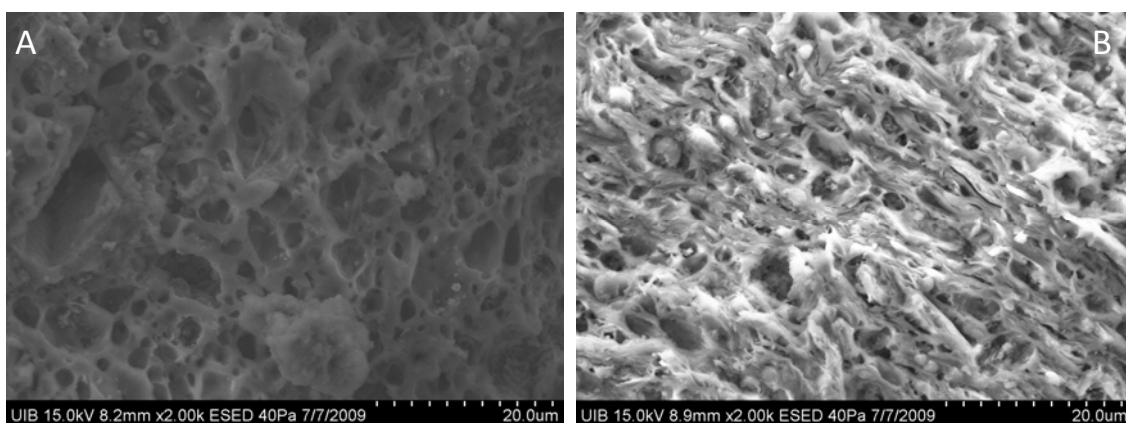


Figura 404. Imágenes tomadas con SEM mostrando distintos grados de sinterización de la matriz arcillosa relacionados con la temperatura de cocción. A) Microestructura de la pieza CLG-2795 mostrando una sinterización avanzada. B) Pieza CLG-154 mostrando una microestructura con las láminas de los filosilicatos bien conservadas.

27.1.2. Marco histórico.

En este apartado se hará una breve descripción de algunos de los rasgos generales que caracterizan a las comunidades prehistóricas de la isla durante este periodo. La finalidad principal, más que realizar un análisis en profundidad de la cerámica en las sociedades del Bronce Antiguo, consiste en obtener un marco o contexto inicial desde el que contraponer las interpretaciones que se realicen de la tecnología cerámica documentada en momentos posteriores.

Dado el escaso número de muestras consideradas para esta fase, la escasa repercusión que han tenido los análisis de pastas cerámicas de este periodo y la consecuente falta de datos, no se está, en el estado actual, en la situación de realizar una lectura de las piezas en términos de estrategias y modos de organización de la producción. Por tanto, mucho menos se podrá tratar de abordar cuestiones sociales que vayan más allá de la propia producción de cerámica, de las técnicas y los materiales utilizados ya señalados.

El periodo adscrito a las cerámicas analizadas, el Bronce Antiguo, se caracteriza por presentar importantes continuidades respecto a época epicampaniforme (2000-1900 BC). Por un lado, se documenta una cultura material mueble similar donde resultan comunes, por ejemplo, los colgantes de incisivo de suido o los botones perforados. Por otro lado, muchos asentamientos de la Edad del Bronce, como *Ca Na Cotxera*, *Can Cel Costella* o *Son Oleza*, se sitúan sobre antiguos fondos de cabañas campaniformes o epicampaniformes. Esta continuidad se observa también en varias grutas y yacimientos funerarios como *Son Gallard*, *Cova des Moro* y *Cova Muleta*. Ello evidencia cierta perpetuación en los espacios utilizados. También en el patrón funerario existe cierta continuidad, a pesar de que se produce el inicio de nuevos tipos de enterramiento durante el Bronce Antiguo. Ello determina que en esta fase exista una gran diversidad de rituales de inhumación que pueden ser tanto carácter individual como colectivo. Éstos últimos se realizan tanto en cuevas como en hipogeos y dólmenes, tipologías que ya se observan en uso durante el epicampaniforme en yacimientos como *Can Martorellet*, *Sa Canova*, *Son Maiol*, *Son Bauçà*, *Biniai Nou*, *S'Aigo Dolça*, *Llucalari* y *Son Mulet* (Plantalamor 1997; Castro *et al.* 1997; Guerrero *et al.* 2003; Gornés *et al.* 2004; Gómez y Rubinos 2005; Guerrero *et al.* 2007; García Rosselló *et al.* 2007; Guerrero 2008).

En lo que se refiere a la cerámica también existe cierta continuidad formal con el periodo de transición entre el calcolítico y el Bronce. En este momento, se consolida la tendencia, iniciada en el epicampaniforme, de producir cerámicas lisas en detrimento de las decoradas. En el Bronce Antiguo, se observa una sustitución de la decoración incisa por elementos plásticos decorativos excisos. Se produce, por tanto, respecto al calcolítico, un cambio que afecta tanto a las técnicas como a la valoración estética de las piezas, lo que indica nuevos esquemas de racionalidad vinculados al universo cerámico (Salvá 1999; Guerrero *et al.* 2007; García Rosselló *et al.* 2007).

Desgraciadamente, carecemos de estudios arqueométricos detallados asociados a cerámicas anteriores a la Edad del Bronce. Los únicos realizados (Waldren 1982: 248-356), asociados a cerámicas epicampaniformes y del Bronce Antiguo, indican simplemente que las cerámicas de estas épocas son diferentes a las del Bronce Medio/Final y época Talayótica. Según Waldren, las principales diferencias radican en la utilización durante el epicampaniforme de pastas muy variables, finas y gruesas, cuyo material anti-plástico es de origen natural. Esta diferencia en las pastas indica, probablemente, la utilización de distintos tipos de materias primas para confeccionar las piezas. Finalmente, se documentan temperaturas bajas de cocción, por debajo de 650 °C. De forma ocasional, las cerámicas pueden mostrar desgrasantes añadidos como conchas o cerámicas trituradas. La introducción ocasional de calcita cristalina se produce, como se ha visto en algunas piezas, ya en el Bronce Antiguo. Todos estos datos encajan bien con lo observado en las cerámicas analizadas de esta fase en Mallorca y Menorca, aunque en las conjeturas se difiere sensiblemente en cuanto a las estrategias de cocción, en nuestro caso, al igual que en otros estudios comentados, priman temperaturas sensiblemente más altas a las propuestas por W. Waldren. En todo caso, ello podría relacionarse, como se venía señalando, con una alta heterogeneidad y un escaso control de las estrategias de cocción desarrolladas por las diferentes comunidades de las islas.

Tipológicamente, durante el Bronce Antiguo aumenta el repertorio formal y el número de tipos, aunque se documentan algunos, como los boles hemiesféricos con pequeñas asas perforadas en el cuerpo superior o las formas troncocónicas, que eran muy comunes en el calcolítico (Castro *et al.* 1997).

En el caso de la relación entre la tecnología de las cerámicas y las diversas tipologías el escaso número de piezas analizadas asociadas a niveles antiguos impide realizar cualquier tipo de aproximación a este respecto, se deberá, por tanto, esperar a futuras investigaciones más centradas en el registro cerámico de este periodo. Sin embargo los estudios efectuados en *Cova des Carritx* permiten apuntar algunas líneas de utilidad para futuros trabajos. Los investigadores de este yacimiento señalan que en las cronologías más antiguas de la Edad del Bronce “*la mayoría de los recipientes se fabricaban con cerámica triturada y, en menor medida, con calcita. Parece ser que en ciertas formas globulares y en las vasijas toneliformes se utilizó preferentemente desgrasante calcítico*” (Gómez Gras y Risch 1999).

Volviendo a las formas, el estudio tipológico realizado por García Rosselló *et al.* (2007) contemplando 44 yacimientos baleáricos de este periodo y sobre cerámicas de perfil completo, aunque esencialmente de contextos funerarios, permite definir unos 12 tipos básicos en base a la métrica y la forma. Por un lado, hay que señalar que un 70% de las piezas se agrupan en los tres primeros tipos, siendo el más común el de las piezas globulares. Por otro lado, estos tipos no responden a distribuciones desiguales en función de la tipología de estación arqueológica o del área geográfica, lo que indica que ya en este periodo pudieron producirse “*tradiciones alfareras similares en cuanto a la selección de tipos cerámicos en todas las comunidades y una fluida transmisión de ideas, tradiciones y gustos por toda la isla*” (García Rosselló *et al.* 2007: 209). A continuación, se exponen las características tipológicas del registro cerámico de esta época, con la finalidad de poder contraponerlo posteriormente con el de otros momentos; ello se realiza a partir de una descripción sintetizada de los tipos establecidos por estos investigadores para el Bronce Antiguo:

- a) *Formas abiertas de base hemiesférica* y de reducidas dimensiones, con 10-20 cm de diámetro.
- b) *Formas de tendencia ovoide divergente* con la boca ligeramente cerrada y diámetro máximo en el centro del cuerpo.
- c) *Formas de tendencia globular* de variados tamaños, base hemiesférica y boca cerrada con borde divergente curvo. Es el tipo más común en el Bronce Antiguo Balear y, a menudo, presenta mamelones en el cuerpo superior que pueden estar perforados.

- d) *Formas carenadas de base hemiesférica* y cuerpo compuesto con unión mediante arista localizada en la parte alta del cuerpo superior, que posee un desarrollo muy corto y cuello convergente. Son piezas poco abundantes en el registro y se han documentado sólo en contextos funerarios.
- e) *Formas carenadas de base plana*, esbeltas y con cuerpo compuesto con unión mediante arista. La boca es cerrada con borde divergente poco curvado.
- f) *Vasijas carenadas de base hemiesférica*, son formas similares a la anterior pero con cuerpo hemiesférico.
- g) *Piezas en perfil en "S"* con asideros de apéndice descendentes formada por dos ovoides con el diámetro máximo en el punto de unión que se localiza en el cuerpo superior. La boca es cerrada con borde curvado divergente y son piezas muy esbeltas de carácter minoritario en el registro.
- h) *Forma troncocónica de paredes rectas*, base plana y diámetro máximo en la boca con labio plano con un pequeño engrosamiento en el exterior. Presenta un baquetón aplicado a la altura del labio.
- i) *Forma de perfil ovoide divergente*, con base plana y boca abierta sin cuello y con borde recto sin engrosar.
- j) *Vaso troncocónico de pequeñas dimensiones con pie*, presenta cuerpo ovoide vertical y boca divergente con borde recto.
- k) *Forma cilíndrica abombada*, muy poco frecuente, con base plana y sin cuello, borde recto y labio redondeado.
- l) *Forma ovoide vertical y base plana* con el punto de inflexión en el diámetro máximo, cuello incipiente, boca cerrada y borde divergente con labio simple. Posee una distribución extremadamente restringida.

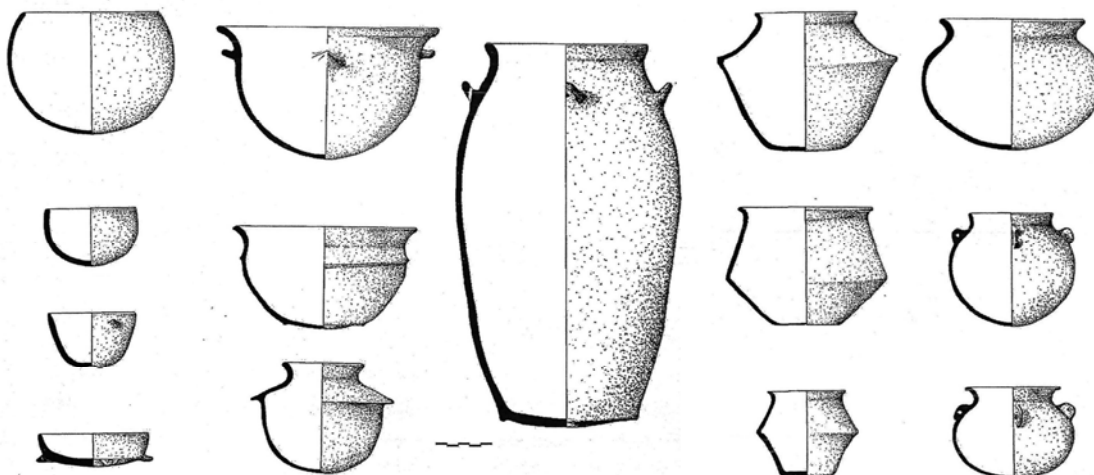


Figura 405. Algunas de las variantes tipológicas establecidas para el Bronce Antiguo mallorquín representadas por el ajuar cerámico del yacimiento de *Can Martorellet*, pueden observarse formas de base hemisférica, vasijas de perfil en “S” y vasijas carenadas de base plana (Fuente: García Rosselló *et al.* 2007).

27.2. La producción cerámica en el Bronce Medio (1500-1200 BC): *Closos de Can Gaià* y turriforme escalonado de *Son Ferrer*.

27.2.1. Rasgos de la producción.

Este periodo, al igual que en el caso interior, se encuentra escasamente representado dentro del registro analizado, sin embargo, las conclusiones preliminares obtenidas resultan de gran interés para establecer ciertos planteamientos en futuros estudios más centrados en el registro cerámico de este momento. De este modo, sólo disponemos para el análisis de esta fase de cinco piezas procedentes de la UE-36 del Navetiforme 1 de *Closos de Can Gaià*, el primer nivel de uso del navetiforme documentado con seguridad, y una vasija (TSF-208) que, por paralelos tipológicos, parece ir asociada a la utilización del hipogeo funerario del turriforme escalonado de *Son Ferrer* durante el Naviforme Inicial (Guerrero *et al.* 2007: 238).

Los cambios que se introducen respecto al periodo anterior van relacionados, principalmente, con la introducción de altas cantidades de calcita cristalina en las pastas y la relativa homogeneización de las temperaturas de cocción en aquellas muestras que presentan este desgrasante en cantidades altas.

Probablemente, ambos factores estén estrechamente interconectados y supongan el reflejo de una nueva forma de hacer cerámica que se materializa en lo que hemos concretado como Fábrica 1 (F-1), siendo ampliamente predominante en el registro analizado del Bronce Medio. Pese a este evidente cambio tecnológico, se observa cómo se siguen documentando, en la UE-36 del navetiforme, excepciones a la tendencia general constatada. Éstas están representadas por la pieza CLG-2430, que se asemeja más en sus rasgos a las soluciones observadas para el Bronce Antiguo, se vincula a la F-6 y presenta una pasta con escaso desgrasante y cocida a temperaturas más elevadas. En este caso, las divergencias observadas entre las fábricas cerámicas documentadas en este estrato podrían deberse a filtraciones de materiales procedentes de los niveles inferiores (UE-95) asociados al Bronce Antiguo (Calvo y Javaloyas c. p.). De ser así, ello podría evidenciar que pudo producirse un cambio tecnológico brusco en la producción cerámica, con una escasa convivencia o solapamiento de fábricas diferentes.

a) Pastas.

El registro analizado muestra importantes diferencias en comparación con los grupos de referencia composicional observados en el Bronce Antiguo. El rasgo que distingue a las cerámicas de este periodo respecto al anterior no se refiere tanto a la sustitución de las materias primas por otras con diferente origen, ya que en el caso de *Closos de Can Gaià* se siguen observando piezas adscritas a la producción CLG-B2 (CLG-207, CLG-219). Sin embargo, se constata un nuevo grupo de referencia muy marginal, vinculado con un distinto origen de las materias primas, asociado a la producción CLG-A1 (CLG-204). En el caso de *Son Ferrer*, el individuo no ha podido clasificarse dentro de ninguna producción.

b) Desgrasantes.

Las piezas de este periodo, a excepción de CLG-2430, muestran un importante incremento del % CaO, situándose en torno al 36.4% de media y proporcionando una pasta extremadamente calcárea al producto final obtenido (Fig. 408). Este incremento de las concentraciones de CaO se corresponde también con el observado para la calcita en los análisis de DRX y, como se ha constatado petrográficamente, está estrechamente relacionado con la introducción de importantes cantidades de calcita cristalina (30%) a la pasta. La calcita se añade previamente machacada y relativamente homogeneizada en lo que a su tamaño se refiere. Estas acciones introducidas por los alfareros en la preparación de las pastas van a determinar la textura observada en los artefactos. La introducción de abundante calcita cristalina en las pastas propicia la presencia predominante de texturas tipo GT-A, caracterizadas por tener altas cantidades de desgrasante mineral (14-20%) de tamaño grueso o medio/grueso, donde predominan granos con un diámetro por encima de las 800 μm .

Finalmente, hay que señalar, al igual que se ha observado en las cerámicas del Bronce Antiguo, la práctica ausencia de materia vegetal en las pastas de este periodo. Cuando está presente, debe relacionarse con su presencia residual en las arcillas o bien con su introducción accidental en las pastas. Este podría ser el caso de la pieza CLG-205, en la que se ha observado un fragmento de carbón en la pasta.

La introducción de este tipo de componentes, localizados de forma aislada en la pasta, suele suceder cuando las cerámicas se fabrican cerca del lugar donde éstas se cuecen o bien cerca de una estructura de combustión. Ello puede resultar, por tanto, un indicador de algunos de los elementos que conforman el espacio de producción. Finalmente, señalar que, al menos algunas piezas como CLG-205, asociadas a esta nueva Fábrica 1, habrían presentado engobes finos aplicados en la superficie.

Como se ha comentado, si bien la mayoría de piezas analizadas del Bronce Medio presentan calcita cristalina en grandes cantidades (30%), se sigue constatando en el yacimiento de hábitat de *Closos de Can Gaià* la presencia marginal de piezas con un claro componente silíceo cocidas a temperaturas relativamente altas (CLG-2430). Esta misma tendencia se ha observado también en el registro funerario de *Cova des Carritx*.

Los datos mineralógicos y químicos proporcionados en este estudio, en consonancia con los obtenidos por otros autores, señalan el solapamiento, y tal vez una breve convivencia, de dos tradiciones diferenciadas en lo que se refiere al modo de desgrasar las pastas, con un punto de ruptura patente ya en el Bronce Medio (1500 BC). En lo que se refiere a este cambio en las pastas cerámicas, J. García y Orellana (1998: 55, 65) señala que, en Menorca, este cambio en el registro no se reduce a contextos de enterramiento sino que se evidencia también en contextos de hábitat. En este sentido, Plantalamor y Rita (1984), documentaron en *Son Mercer de Baix* (Menorca), aunque no en base a estudios arqueométricos, un cambio en las cerámicas²⁹⁰ de este yacimiento hacia 1450 BC. La cerámica pasa de ser muy compacta, sin apenas desgrasante y con formas básicamente esféricas a pastas mucho más gruesas asociadas a la introducción de nuevas formas en el repertorio cerámico, destacando las grandes vasijas de almacenamiento. Este es el mismo proceso que se ha podido documentar en *Closos de Can Gaià* y el que parece derivarse en otros yacimientos.

La nueva fábrica que se generaliza en esta fase se distingue de las anteriormente documentadas en función del componente muy calcáreo de las pastas proporcionado por la adición de calcita cristalina en grandes cantidades. La utilización de calcita cristalina y, por tanto, de pastas altamente calcáreas se incrementa enormemente en este periodo, siendo extensible a otros yacimientos mallorquines y menorquines.

Como algunos estudios sugieren, el uso de calcita triturada en Baleares podría iniciarse tímidamente en el periodo epicampaniforme y el Bronce Antiguo. Sin embargo, es en el Bronce Naviforme (1600/1500-1000/850 BC) cuando se documenta con seguridad su uso generalizado en Baleares siendo especialmente tangible a partir del Bronce Medio (1500/1400 BC) en otros yacimientos como *Cova des Carritx*, *Cala Blanca*, *Biniac l'Argentina*, *Son Ferrandell*, *Son Muleta* y *Son Matge* (Waldren 1982 y 1991; García Orellana 1998; Gómez Gras y Risch 1999; García Orellana *et al.* 2001; Andreu *et al.* 2007).

²⁹⁰ Según estos autores existe en el registro cerámico del yacimiento un periodo de transición donde se observan pastas típicas del Bronce Antiguo en formas cerámicas que se asemejan más a las del Bronce Medio-Final (Plantalamor y Rita 1984).

Como ya se ha señalado, al igual que en los casos estudiados de Menorca, se observan en Mallorca cantidades bajas de CaCO_3 en las calcimetrías realizadas por W. Waldren (1991) en las cerámicas anteriores a 1500 BC. Tras esta fecha, como se comentará, se observa un incremento de las pastas calcáreas respecto a las de cerámicas de épocas más antiguas. Ello parece estar claramente relacionado, como se ha visto en todos los yacimientos, con la adición de calcita cristalina a las pastas. Estamos hablando, por tanto, de un fenómeno que parece producirse de forma sincrónica en ambas islas y que se implantará y asimilará con fuerza en gran parte del territorio adquiriendo un carácter muy duradero.

c) Cocción.

La temperatura de cocción observada en las piezas analizadas de esta fase es sensiblemente inferior a la observada en el periodo anterior, existiendo una gran homogeneización en la TCE dentro del conjunto cerámico. La ausencia en los difractogramas de rayos X de fases de alta temperatura y la presencia de picos muy intensos de calcita, cuyos cristales se observan bien conservados en lámina delgada, evidencian una temperatura de cocción inferior a 800 °C. Sin embargo, la atmósfera de cocción se muestra muy variable, aunque la preferencia consiste en utilizar atmósferas reductoras también se constatan piezas completamente oxidadas (CLG-204, CLG-205). En definitiva, paralelo a todo este proceso de introducción de nuevos materiales y desgrasantes destaca también la regularización de la estrategia de cocción en este tipo de fábricas muy calcáreas. Esta homogeneidad en las pastas resulta especialmente observable en la normalización de las temperaturas de cocción que siempre son bajas y, según Gómez-Gras y Risch (1999) haciendo referencia a la cerámica de *Cova des Carritx*, en torno a 600 °C.

Esta estrategia de cocción difiere de la observada en la pieza CLG-2430, asociada a la Fábrica 6, con una TCE más alta, de entre 850-950 °C, que se materializa en la presencia de gehlenita, hematites y el desarrollo de las plagioclasas. Por otro lado, también muestra una matriz con una micro-estructura que presenta evidencias de sinterización. Estas características podrían resultar indicadoras de dos estrategias de cocción diferentes vigentes durante el Bronce Medio, aspecto que puede estar estrechamente relacionado con fenómenos socioeconómicos (Pool 2000; Sillar 2000).

En conclusión, se puede reseñar la presencia de dos tradiciones tecnológicas diferentes que, tal vez, podrían haber convivido, una de derivada del Bronce Antiguo más vinculada al mundo epicampaniforme, donde el uso de calcita cristalina tiene un carácter muy minoritario y las estrategias de cocción se muestran muy variables. Por otro lado, la mayor parte del registro del Naviforme I evidencia una tradición donde la utilización de la calcita cristalina influye notablemente en el tipo de objeto producido y en las estrategias de cocción utilizadas, que se muestran muy homogéneas en la TCE. Se trata de piezas muy groseras con abundantes microporos donde la temperatura y, tal vez, la duración de la cocción han sido controladas estrechamente, evitando la reacción, perjudicial para el producto final, de los carbonatos presentes en la pasta. Se trata de una cerámica con pastas muy homogéneas y relativamente parecidas entre sí, muy funcionales y con cierta resistencia térmica y mecánica.

d) Tipología.

Con motivo de la constatación de diferentes tradiciones tecnológicas, puede resultar muy interesante establecer relaciones entre los distintos tipos de fábricas y los distintos repertorios tipológicos que se van sucediendo en los diversos periodos de la prehistoria mallorquina. De este modo, existen cambios profundos en las tipologías y las morfologías entre las cerámicas de Mallorca adscritas al Bronce Antiguo y al Bronce Medio/Final (Guerrero *et al.* 2007). Es en el Bronce Medio cuando se produce una revolución y una diversificación de los tipos cerámicos que no tiene precedentes, justo coincidiendo con el momento en el que se introduce la utilización de calcita como desgrasante principal de las pastas cerámicas en las islas (Albero 2007 y 2008). El cambio tipológico más significativo consiste en el paulatino abandono de formas hemiesféricas, probablemente realizadas con molde, por la preferencia de bases planas y la diversificación de las formas.

En este sentido, el cambio observado en las pastas y los tipos producidos podría ir también acorde con un cambio en las estrategias de modelado. La adición de calcita cristalina en las pastas cerámicas conlleva una maximización de las posibilidades de modelado y, por tanto, del repertorio potencial de piezas que se pueden fabricar.

La introducción de este desgrasante en grandes cantidades habría comportado una reestructuración y una nueva interacción respecto a las acciones necesarias dentro del proceso de producción, afectando, en cierto modo, a la organización de la misma y, posiblemente, a las infraestructuras, los espacios, recursos e instrumentos utilizados en este proceso. En este sentido, resulta muy interesante señalar que, paralela a la introducción de calcita, parece abandonarse el modelado con molde característico de las bases hemiesféricas.

Como se ha podido documentar en otras sociedades²⁹¹, el cambio en la tecnología de las cerámicas en las Islas Baleares irá parejo a un importante cambio tipológico y métrico entre el Bronce Antiguo y el Bronce Medio/Final. Éste se ha relacionado con cambios tecnológicos y funcionales en las piezas que responden a nuevas necesidades, como la creación de una pasta más apta para la construcción de grandes contenedores, como los toneles. Éstos permiten aumentar potencialmente las posibilidades de almacenar excedentes y trasportarlos, lo que a su vez puede favorecer un incremento de la productividad (Waldren 1982: 348-356; Díaz-Andreu 1996; García Orellana 1998: 65; Lull *et al.* 1999: 51; Arnau *et al.* 2003; Guerrero *et al.* 2007c: 257).

Por un lado, se produce una clara homogeneización del conjunto cerámico producido en Mallorca y Menorca, en los distintos yacimientos y en los propios asentamientos, aunque también se produce la presencia marginal de excepciones. Todo ello podría relacionarse con una dinámica grupo/individuo plasmada en la cerámica. Por otro lado, se asiste a la desaparición de la mayoría de los tipos observados en el Bronce Antiguo, lo que, unido a la aparición de otros nuevos, podría indicar un cambio funcional en las piezas. En este momento, se produce el auge de piezas que son muy características y singulares del Bronce Final, como los toneles o los vasos bitroncocónicos carenados.

Al mismo tiempo, todos estos fenómenos deben relacionarse con cambios culturales, sociales, económicos y tecnológicos importantes. Como señala Osborne (2007: 87) “*Shape is a particularly good indicator of lifestyle, since some styles of life are impossible without suitable shapes of pot*”.

²⁹¹ Por ejemplo, durante el I milenio en cerámica Woodland de la zona de Missisipi, Missouri e Illinois (EEUU) se documentan cambios en las formas, que se tornan más altas, y aparecen tipos nuevos que se correlacionan con la introducción de calcita en las pastas (Hoard *et al.* 1995).

Los principales cambios tipológicos documentados respecto al Bronce Antiguo son (Waldren 1982; Castro *et al.* 1997; Guerrero *et al.* 2007):

- a) Predominio de bases planas y la desaparición de las bases hemiesféricas, éstas sólo se constatan en dos piezas de *Son Oms* y *Son Julià*. Desaparecen las formas globulares y ovoides. Precisamente este tipo de formas son las más fáciles de fabricar (Broda *et al.* 2009), lo que puede evidenciar cambios en el perfil de los alfareros.
- b) Tendencia a aplicar cuerpos con perfil en “S”.
- c) Número limitado de formas cerámicas y mayor estandarización tipológica.
- d) Las carenas son menos marcadas y se utilizan en la fabricación de piezas con base plana muy abiertas y en vasijas de volumen reducido.
- e) Aumento del volumen de los contenedores cerámicos documentados en contextos de hábitat.
- f) Diferencias en las cerámicas de contextos funerarios con una sustitución de vasijas medianas globulares o carenadas por pequeños contenedores de base plana y bordes divergentes. Estos cambios parecen evidenciar distintos ritos funerarios entre ambos periodos.
- g) Cambio en los elementos de prensión: reducción del uso de mamelones y aumento de los asideros así como la aparición de asas en algunos tipos, como las copas para líquidos.

A continuación pasamos a ofrecer una síntesis de los tipos que aparecen en este registro típico del Bronce Medio y Final. Si bien se han realizado varios intentos de sistematización tipológica (Lull *et al.* 1999; Pons 1999; Calvo y Salvá 1997; Salvá *et al.* 2001) vamos a centrarnos en una síntesis de los tipos establecidos por Guerrero *et al.* (2007c: 258-261):

- a) *Toneles de perfil cilíndrico* con formas alargadas y estrechas de gran tamaño con base plana, boca ligeramente cerrada y elementos de prensión con acanaladuras o baquetones dobles en el borde.
- b) *Formas de tendencia ovoide vertical de boca cerrada* muy similares al tonel, pero con boca cerrada y sin elementos de prensión.

- c) *Formas de tendencia ovoide vertical de boca recta y asidero de apéndice a la altura del borde y cuerpo ligeramente abombado.*
- d) *Forma de cuerpo con perfil en "S" de grandes dimensiones con base plana, boca cerrada, sin cuello y borde divergente exvasado.*
- e) *Forma compuesta troncocónica-esférica con boca muy cerrada y diámetro máximo en el cuerpo superior.*
- f) *Forma bitroncocónica carenada de borde divergente plano con la unión en la parte media o superior y boca abierta.*
- g) *Forma tronco-ovoide con base plana, boca abierta, sin cuello y borde divergente recto con labio redondeado*
- h) *Forma troncocónica de boca abierta con base plana roma y sin cuello.*
- i) *Forma troncocónica de reducidas dimensiones igual que la anterior pero de métrica más reducida.*
- j) *Forma bitroncocónica carenada miniaturizada con aristas muy marcadas, reducidas dimensiones, boca abierta sin cuello y borde divergente recto.*
- k) *Forma de tendencia ovoide vertical con base plana roma, cuello incipiente, reducidas dimensiones y boca cerrada con labio redondeado sin engrosar.*
- l) *Formas hemiesféricas de reducido tamaño con base hemiesférica, borde continuo y labio redondeado sin engrosar.*

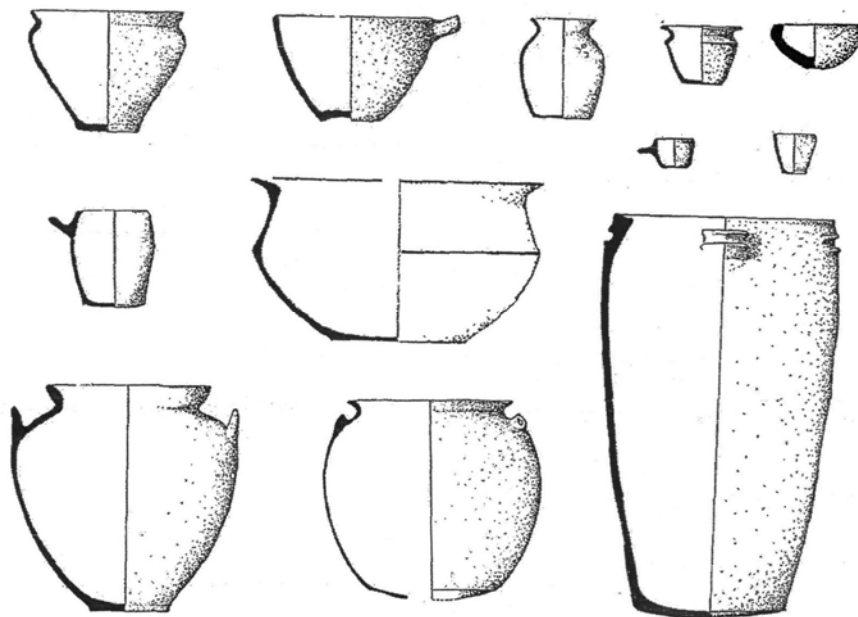


Figura 406. Algunas de las variantes tipológicas establecidas para el Bronce Medio/Final mallorquín
(Fuente: García Rosselló *et al.* 2007).

Cuadro 74. Estadísticos descriptivos de variables de las pastas documentadas en el Bronce Naviforme I en *Closos de Can Gaià* y en el turriforme escalonado de *Son Ferrer*.

	N	Media	Desv. típ.
% Fe ₂ O ₃	5	5,75	1,16
% Calcita	6	62,46	24,6039
% cc	1	30,00	.
% CaO	5	33,25	8,75
% Mineral	3	16,96	2,85
% Cuarzo	6	6,55	3,23
% Vegetal	5	,66	1,47

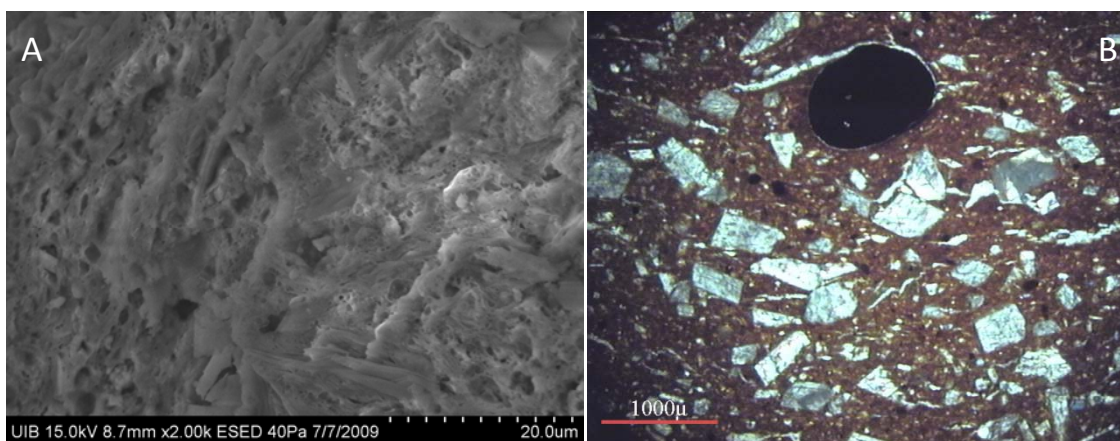


Figura 407. A) Imagen tomada con SEM mostrando la microestructura de la pieza CLG-2430 con evidencias de sinterización de la matriz. B) Microfotografía una lámina delgada (PPL) de la pieza CLG-205 mostrando una matriz arcillosa muy fina a la que se han añadido abundantes monocristales de calcita.

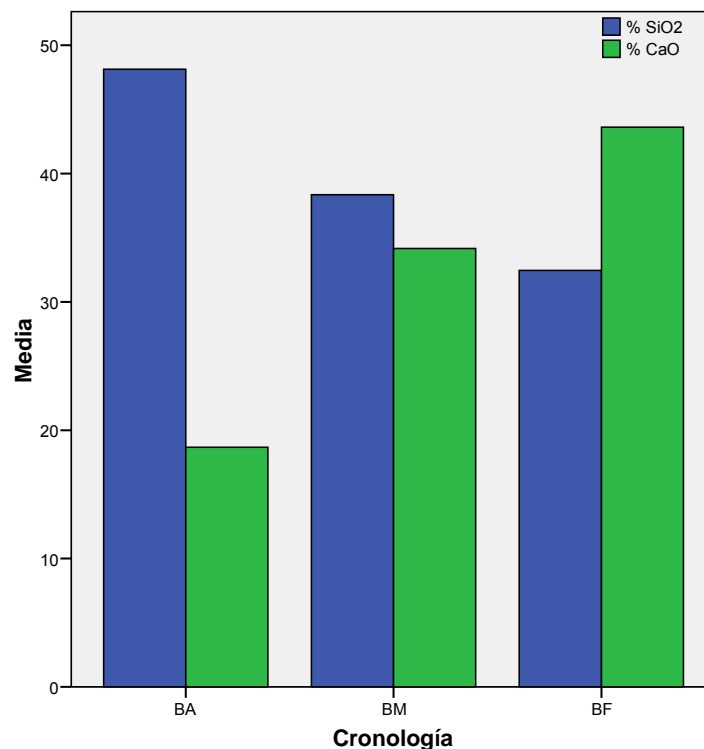


Figura 408. Media de SiO₂ y CaO para las piezas analizadas de la Edad del Bronce en función de las distintas fases, observar el cambio de pastas síliceas en el Bronce Antiguo a pastas muy calcáreas en el Bronce Medio/Final.

27.2.2. Primera aproximación al origen de las fábricas con calcita cristalina.

Todos los aspectos documentados anteriormente en las vasijas, en la tipología y en las pastas, evidencian un fenómeno de cambio profundo en la tecnología cerámica durante la Edad del Bronce, materializado en la generalización de la Fábrica 1, que resulta necesario abordar. Como se ha visto anteriormente, el cambio en la cerámica puede ir estrechamente ligado a aspectos como la dieta, la organización socioeconómica y espacial, a movimientos de población, etc. En este sentido, a la hora de afrontar la significación y el origen de esta nueva tradición tecnológica cerámica en las Islas Baleares, resulta vital situarla primero en un contexto más amplio. Esta contextualización debe comprender, por tanto, la distribución de este tipo de soluciones tecnológicas en el ámbito del Mediterráneo Occidental y en la Península Ibérica. La finalidad consiste, en primera instancia, en observar la dispersión que tiene el uso de determinados materiales y técnicas así como las dinámicas con las que se asocian.

Por otro lado, resulta obligado contemplar las dinámicas internas y externas que pueden ir asociadas a la utilización de este desgrasante en la producción de cerámica local. Ello exige de la combinación del marco contextual establecido junto con un análisis de los contactos que parecen desarrollarse entre las islas y el continente. Finalmente, hay que tratar de reconocer si existen procesos de experimentación en los productos locales que muestren una tendencia, por parte de los individuos que habitaban en la isla, hacia la búsqueda de nuevas soluciones tecnológicas. En conclusión, a continuación se abordan ciertos aspectos que pueden ir relacionados con la puesta en práctica de las fábricas con calcita cristalina en las islas. Se deja para un próximo apartado, que comprenda el periodo naviforme en su totalidad, el estudio de los rasgos de la cerámica en relación a la organización de la producción.

a) Marco contextual: Dispersión de la fábrica.

Los carbonatos, y en concreto los romboedros de calcita triturada, constituyen un desgrasante de uso muy común en cerámicas de muchas sociedades. En el mediterráneo se documenta su utilización desde el Neolítico (5000-3000 BC) y el Calcolítico (3000-1750 BC) en lugares como Grecia²⁹², los Balcanes, Italia²⁹³ y el sur de Francia²⁹⁴, aunque su uso se documenta también en el campaniforme inglés (Rice 1987; Gibson y Woods 1994; Vitelli 1989; Echallier 1984: 13; Russell y Williams 1999; Arnold 2000; Spataro 2002; Ortega *et al.* 2005; Spataro 2009). En la Península Ibérica²⁹⁵, según la

²⁹² En niveles del neolítico antiguo de la Cueva de Franchti (Vitelli 1989). La presencia de pastas con calcita en este yacimiento indica la gran capacidad que había ya en este periodo, y por parte de las sociedades que utilizaban este tipo de tradiciones tecnológicas, para desplazarse por alta mar (Guerrero 2007).

²⁹³ En producciones cerámicas de *Sesto Fiorentino*, elaboradas con arcillas locales en sitios campaniformes como *Querciola* (Pallechi 1997) y de *San Sebastiano* en Liguria (Capelli *et al.* 2006) o en producciones gruesas del sudeste, en yacimientos como *Trasano (Basilicata)* y en *Masseria Fragennaro* (Apulia) (Muntoni *et al.* 2009). En éstas últimas los desgrasantes se presentan en un tamaño y unas cantidades semejantes a las constatadas en Baleares.

²⁹⁴ En los yacimientos de *Fontbregouá* y *Grotte Lombard*, en Provenza y en otros como *Les Causes* o *Unang*. Son asentamientos que presentan cerámicas cardiales, epicardiales y no cardiales que se documentan hasta el Calcolítico. También se observa en vasos campaniformes del *Languedoc* oriental y en *Abri Pendimoun* (Castellar) (Arnal 1986 y 1989; Echallier 1991; Echallier y Jallot 1992; Echallier y Courtin 1994; Convertini y Querre 1998; Basso *et al.* 2006).

²⁹⁵ En el Levante en yacimientos como *Cova de l'Or* en Alicante (Gallart 1980), en el noreste se ha documentado en las minas de *Gavà*, y la *Cova del Font del Molinot* (Clou y Álvarez 1998; Clou *et al.* 1996). En la zona de Huesca, en la cueva de Chaves (Gallart y López 1988). En el Delta del Ebro es muy

síntesis realizada por X. Clop (2007), se documenta su utilización en la zona costera que comprende desde Alicante hasta el río Llobregat. También en zonas del interior como Huesca, Guadalajara, La Rioja, Cantabria y Zaragoza.

Durante la Edad del Bronce se documentan regiones como Cataluña (Clop 2007: 348-349), la zona levantina²⁹⁶ (Seva 1995; Seva y Almiñana 1996; Espí Pérez 2000) y Álava²⁹⁷ (Olaetxea 2000). Fuera de la Península Ibérica se documenta el uso de calcita en la Edad del Bronce y del Hierro en el *Valle de l'Aisne* (Bélgica) así como en la zona que va de Borgoña al Mediterráneo (Echalier 1984: 13). En Italia se documenta en los yacimientos de *Coppa Nevigata* (Amadori *et al.* 1995) y *Fiavé* (Kilka y Galetti 1994 en Clop 2007). Finalmente, su uso se documenta en otras partes del Mediterráneo Central y Oriental, como en el Mar Adriático, los Balcanes (Spataro 2002) y en *Tell Mishrifeh/Qatna*, en Siria (Maritan *et al.* 2005a).

Lo que parece claro, a raíz de la bibliografía, el registro estudiado y los datos disponibles de otros yacimientos, es que esta forma de hacer pastas y fábricas cerámicas empezaría a estar bien establecida el ámbito del Mediterráneo Occidental, en lo que a sus rasgos técnicos se refiere, desde el Neolítico Medio. Se puede señalar que, por tanto, el uso de una pasta muy calcárea, con calcita cristalina y textura gruesa, cocida en atmósferas reductoras y a bajas temperaturas parece tener una amplia distribución crono-espacial en el ámbito geográfico inmediato a las islas. Como señalan Muntoni *et al.* (2009: 59), haciendo referencia a la situación en Italia, parece producirse “...a common paste processing which must have occurred in different places with different raw materials”.

abundante en yacimientos como *Cova del Calvari* y *Cova Cervereta* (Clop 2007: 321). En Guadalajara se documenta en Peña Corva (Andrés *et al.* 1987 en Clop 2007) y en La Rioja, en los yacimientos de Cueva Llóbrega y Collado Palomero (Gallart y Mata 1999). En el área cántabra en Los Canes (Cubas y Doherty 2009). Finalmente, señalar el yacimiento de Mocín en Zaragoza (Gerrard 1994 en Clop 2007) y algunos yacimientos del sur (Navarrete *et al.* 1991).

²⁹⁶ En cerámicas a mano de yacimientos como *Bancals de Sa Torre*, *Alt de Punxó*, *El Carrascalet*, donde la calcita cristalina suele ser superior al 10% y suele presentarse junto con nódulos de arcilla en las pastas (Espí Pérez 2000).

²⁹⁷ En yacimientos como Pico de San Pedro, Solacueva y *Korabaida* (Olaetxea 2000).



Figura 409. Mapa mostrando la dispersión de algunos de los yacimientos, según áreas y cronologías, en los que se documentan cerámicas desgrasadas con calcita cristalina dentro del ámbito Mediterráneo.

b) Fenómenos ligados al origen de la producción de la fábrica con calcita.

Como se ha observado, la dispersión de esta fábrica resulta muy amplia dentro del ámbito geográfico más cercano a las Islas Baleares. En este sentido, vale la pena plantear, a nivel de hipótesis y a la espera de desarrollar futuros estudios, cual pudo ser el origen de esta solución tecnológica en las islas; pensamos que éste puede relacionarse con varias vías, ninguna de ellas excluyente de la otra. Por un lado, en un sentido “autoctonista”, puede considerarse sí este tipo de fábrica pudo originarse en las propias islas, al margen de las otras manifestaciones de la misma detectadas en el continente.

Por otro lado, desde una perspectiva más difusionista, hay que incidir en que la utilización de estas pastas pudo producirse o maximizarse gracias a contactos establecidos entre la población local con otros individuos que conocían la tecnología cerámica asociada a las mismas. Este aspecto supone una transferencia de conocimientos derivada de los contactos que se producen con individuos foráneos, suponiendo ello una necesaria reinterpretación de los mismos dentro de los esquemas de racionalidad locales. Dentro de esta última estrategia debe contemplarse, también, la posibilidad del establecimiento en la isla de individuos foráneos concedores de ciertas tradiciones tecnológicas que, igualmente, serían reinterpretadas dentro del ámbito local.

b.1. Origen autóctono.

La utilización de nuevas técnicas o materiales implica que los individuos que producen cerámica deben poner en práctica nuevas conductas relacionadas con la obtención y la gestión de los recursos, la fabricación y la función de los artefactos con las que éstos no están familiarizados. Esta situación, además de incrementar el riesgo de fracaso de los productos fabricados, genera un proceso de experimentación en el que el artesano trata de establecer un artefacto eficiente de acuerdo con sus necesidades, conocimientos y posibilidades. La experimentación con distintas técnicas y materias primas, así como las mezclas con cantidades diversas de distintos materiales, proporcionan un mayor grado de variabilidad en las pastas cerámicas producidas (Arnold 2000).

Este fenómeno de incertidumbre que conlleva la puesta en circulación de productos poco estandarizados que responden a nuevas pautas de conducta también afecta a los usuarios. Éstos deben conocer qué posibilidades tienen los artefactos en términos funcionales y en lo que se refiere a su mantenimiento, si éstas están pobremente estipuladas aumenta también el riesgo de fracaso y la inseguridad en aquellas actividades sociales que implican una interacción con la cultura material. En este sentido, el cambio en la tradición tecnológica no se realiza sin costes para los individuos que entran en contacto con las cerámicas, por ello debe existir una fuerte presión, así como ciertos incentivos, que favorezcan la puesta en práctica de fenómenos de experimentación dentro de la producción.

En función de todo lo comentado anteriormente se puede señalar que, en las Islas Baleares, parece ser que este tipo de pastas con calcita cristalina se muestran claramente establecidas ya hacia 1500 BC. Sin embargo, no se pueden dejar de constatar ciertos indicios de experimentación con este desgrasante puesto que, como se ha visto, se habría iniciado ya su utilización marginal en la preparación de pastas cerámicas durante el Bronce Antiguo, en lo que se ha considerado otra tradición tecnológica, asociada al uso de las Fábricas 6 y 12. A la espera de realizar un estudio profundo de la cerámica de este periodo, se puede sugerir que la adición de pequeñas cantidades de calcita en las piezas de estas fábricas podría estar asociada con un primer tanteo acerca de las posibilidades de este mineral en las pastas cerámicas.

También, en lo que se refiere a fenómenos de experimentación, se observa, especialmente, cierta variabilidad en las cocciones, este aspecto parece determinar uno de los rasgos característicos de las cerámicas del Bronce Antiguo.

Por el contrario, puede sugerirse una reducción del grado de variabilidad en las pastas cerámicas ya claramente naviformes, donde prácticamente no se observan indicios de experimentación y las recetas se muestran perfectamente homogeneizadas, formuladas, compartidas y, por tanto, transmitidas entre alfareros de distintas comunidades. Destaca la regularización de la estrategia de cocción que es especialmente observable en la normalización de las temperaturas de cocción, que siempre son bajas. La escasa variabilidad del registro apunta a una clara regularización en algunas de las materias primas y las técnicas utilizadas, lo que favorece una homogeneización de las cerámicas obtenidas (Waldren 1982: 348-356; García Orellana 1998; Gómez Gras y Risch 1999). Todos los autores coinciden en indicar que, simultáneamente a la homogeneización de las pastas, se produce una homogeneización en los tipos cerámicos fabricados.

Estos aspectos indican que, además de existir escasas evidencias de experimentación, los conocimientos tecnológicos necesarios para desarrollar este tipo de fábrica se generalizaron rápidamente lo que, considerando un origen autóctono para la misma, supone una circulación fluida de la información entre individuos de ámbitos geográficos distantes dentro del ámbito insular. En este proceso, algunos centros alfareros con cierto prestigio pudieron influenciar el modo en que los alfareros de otras comunidades elaboraban y conceptualizaban los artefactos. Como señala O. Gosselain (2008: 72) para alfareros de Níger “...*processes of homogenization are observed around reputed pottery villages that seemingly act as ‘reference centres’ for neighbouring communities....*”.

Desde el Bronce Medio (1500/1400 BC), la calcita cristalina constituye prácticamente el principal desgrasante empleado en las Baleares, siendo utilizado en exclusiva para modelar todo tipo de cerámicas. Este proceso, como se ha observado, se produce de forma relativamente sincrónica en las diferentes islas y se implanta sólidamente en la tradición cerámica de las comunidades naviformes. Si bien se pudieron producir ciertas dinámicas experimentales se puede señalar como hipótesis, a falta de un estudio más exhaustivo del registro de estas épocas, que éstas pudieron ser poco intensas y de corta duración.

En un periodo muy breve de tiempo, de poco más de un siglo, se llegó a un modo de producir pastas cerámicas que resultaba muy eficiente para las comunidades isleñas, ya que se mantendrá, prácticamente invariable, hasta el final del Talayótico. Además, en ninguna de las pastas de las últimas etapas del periodo naviforme, caracterizadas aquí y en otros yacimientos, se observó la inclusión de cerámica triturada o desgrasantes de otro tipo. Si bien se han apuntado algunas líneas sobre la existencia de una posible fase experimental entre el Bronce Antiguo y el Bronce Medio/Naviforme I se puede señalar que éstas deben tomarse como hipótesis a confirmar, ya que el registro cerámico analizado de estos periodos es, por el momento y especialmente en Mallorca, limitado.

b.2. Contactos externos y origen alóctono.

Ya se ha comentado anteriormente que los individuos no tienen siempre y necesariamente un carácter estático, éstos suelen realizar desplazamientos en los que entran en contacto con otros individuos. Desde esta perspectiva, el estudio de la dispersión de la tecnología que caracteriza a la Fábrica 1, desde su aparición a su eclosión dentro de las comunidades de la prehistoria de las Islas Baleares, puede ayudar a conocer mecanismos de intercambio de ideas y conocimientos, y tal vez, como Waldren (1991) sugiere, movimientos demográficos y comerciales.

En este sentido, parece ser, que los contactos entre el exterior y la isla fueron incrementándose progresivamente durante la Edad del Bronce, justo cuando se documenta con seguridad esta solución tecnológica en las islas. Ello conlleva, necesariamente, tomar en consideración, dentro del marco contextual ya señalado, aquellos yacimientos y áreas más cercanas a los derroteros confirmados a partir de ciertos condicionantes méteo-marinos y los paralelos de los materiales para las Islas Baleares.

De este modo, muchas de las áreas donde se constata la utilización de este tipo de desgrasante coinciden con algunos de los derroteros que se confirman activos durante la prehistoria para las islas, especialmente el que abarca el eje Ródano/Golfo de León/Ebro (Guerrero 2003; Guerrero *et al.* 2006 y 2007; Guerrero 2008).

La presencia de calcita triturada se registra en varios de los derroteros que conectan el continente con las Islas Baleares entre 2000-1000 BC. Como se ha visto, se conoce su presencia en varios yacimientos de la costa francesa, al sur del río Llobregat, en el Delta del Ebro y, finalmente, en Alicante. Sin embargo, hay que señalar que, en comparación con estas regiones, en el ámbito insular la utilización de calcita como desgrasante resulta muy tardía, coincidiendo prácticamente con el momento de desaparición de su uso en regiones como el área catalana (1500 BC). Precisamente, estas localizaciones confluyen en el derrotero que une el Golfo de León con el Delta del Ebro y, a su vez, éste con el Levante Peninsular.

Éste supone un derrotero, con excelentes condicionantes bio-geográficos y meteo-marinos, que favorece el contacto por mar entre la Península Ibérica y las Islas Baleares en episodios cálidos, pero especialmente en los fríos. Ya desde época Campaniforme se producen claras conexiones entre el registro material observado en esta zona y el de las Baleares, tanto en lo que se refiere a determinadas formas cerámicas como a otros artefactos entre los que cabe destacar los botones con perforación basal en V o los brazales de arquero. También hay cierta correspondencia en el patrón funerario, consistente, en ambos casos, en inhumaciones individuales (Waldren 2003; Guerrero *et al.* 2006 y 2007).

Los contactos entre las islas y determinadas áreas del continente parecen entonces evidentes desde fechas tempranas, por lo que cabe asumir cierto traspaso de información entre individuos foráneos y autóctonos. La extensión a grandes áreas de determinadas ideas o conceptos, sin que se pueda por el momento precisar sus mecanismos de transmisión, resulta un fenómeno bien constatado, tanto en la Península Ibérica como en otras zonas de Europa (Clop 2007: 87). En este sentido, O. Gosselain (2008: 75) apunta en función de sus observaciones etnográficas que el traspaso de conocimiento “...*is not related to spatial proximity, but, once again, to the space within which people actually travel and develop social interactions*”.

Autores como Kristiansen (2001: 91 en Guerrero *et al.* 2007c), sugieren para explicar este tipo de fenómenos un modelo donde el intercambio de determinadas materias primas y bienes de prestigio termina por crear comunidades, más o menos dispersas, que comparten algunos esquemas de racionalidad, gustos, valores sociales e ideológicos. Estos valores habrían sido reinterpretados y recontextualizados en un ambiente local.

Debemos considerar entonces estos contactos y, especialmente la potencial transferencia de conocimientos realizados en los mismos, como una posibilidad para la interacción, la asimilación y la reinterpretación por parte de la población local de ciertas tradiciones tecnológicas que están vigentes en otras sociedades. Debe contemplarse, también que una posible introducción en las islas pudo originarse o verse incentivada a partir de la presencia de individuos foráneos en ambientes locales, siendo portadores éstos de nuevas tradiciones tecnológicas.

Cuando se producen movimientos de población de cierta envergadura, las comunidades suelen retener sólidamente mecanismos de expresión de la identidad utilizados por sus grupos de origen. Se trata de individuos que deben generar, para favorecer su supervivencia, ciertos rasgos de filiación con sus comunidades de origen. De este modo, comunidades que se han desplazado mantienen y fortalecen algunas prácticas propias del lugar de origen, lo que incluye también a la tecnología y la materialidad (Harris 1980; Tilley 2006; Guerrero *et al.* 2007). Como indica Tilley (2006: 13) *“Diasporas and transnational communities retain communalities of identity despite displacement through shared memories and representations of lost localities and homeland that may be particularly strong. They may typically care much more about place, about homeland and origin, about who they are, than peoples who are not so displaced. Members of diasporic communities may typically relate strongly to traditional values and homeland when abroad and strongly with where they now reside when and if they return home. But the relations are complex and manifested through material forms in many different ways”*.

En este tipo de situaciones, se observa claramente como la materialidad cumple un rol que va más allá de la mera función práctica o biológica y asume un papel que se vincula con la identidad y la necesidad que tienen las personas de definirse y cohesionarse socioculturalmente. Resulta fundamental plantear significados de este tipo en los materiales autóctonos fabricados en el ámbito insular. En medios donde las materias primas disponibles son escasas y los recursos alternativos resultan limitados o inaccesibles, la sociedad puede suplir esta carencia mediante la reinterpretación de determinados artefactos, como las cerámicas. Ello implica también la reinterpretación de los agentes que intervienen en el proceso de fabricación y uso así como de los patrones de deposición. De este modo, las cerámicas alteran a menudo su significado

relacionándose de forma muy activa con el contexto en el que fueron fabricadas, utilizadas y depositadas (Barley 1994: 66-73; Koriakova 2006).

A nivel de hipótesis y de acuerdo con estos planteamientos y datos, se puede plantear que las causas de la rápida y sólida implantación de la utilización de calcita en las pastas de las Islas Baleares, así como en otros lugares, podrían explicarse satisfactoriamente si se considera la opción alóctona. Ello supone que los conocimientos que se asocian a esta tecnología van transmitiéndose mediante los movimientos y los contactos que realizan y establecen los individuos en diferentes territorios. Si se aceptase, además, un origen foráneo, se fortalecería el argumento que sugiere que este desgrasante habría sido añadido a la pasta por motivos socioculturales, estrechamente relacionados con fenómenos de identidad basados en el establecimiento de ciertas prácticas que aumentan las posibilidades de supervivencia del grupo. En definitiva, una cohesión en las formas de hacer cerámica puesta en práctica por alfareros de diferentes comunidades más o menos alejadas pudo favorecer el mantenimiento y la reproducción de determinados vínculos sociales e identitarios (Albero 2008).

En este sentido, interpretaciones funcionalistas o ecológico-deterministas de la significación de la calcita cristalina en la cerámica y en relación a determinadas pautas de conducta quedarían minimizadas, a pesar de los beneficios técnicos que proporciona la adición de este desgrasante al producto final. En este tipo de tendencias teóricas una relación entre materia y estructura social se establece, normalmente, sólo cuando no pueden establecerse enlaces satisfactorios entre las cerámicas y sus propiedades físicas en términos de funcionalistas o medioambientales.

De este modo, cuando los desgrasantes suelen considerarse como uno de aquellos elementos, dentro de la producción de cerámicas, susceptibles de corresponderse con fenómenos de índole ideológica y social, la función técnica de los materiales se minimiza. En nuestro caso pensamos que resulta poco probable que en la realidad un fenómeno anule al otro, como consciente o inconscientemente se alude en la investigación. Debe considerarse, entonces, que en la cerámica se manifiestan, simultáneamente e interrelacionados, desde aspectos funcionales y prácticos hasta otros relacionados con el contexto natural y social o con la identidad de los individuos (Albero 2008).

El mineral que caracteriza a este tipo de fábrica es característico de medios sedimentarios, abundantes en el Mediterráneo, donde hay un predominio de paisajes calcáreos, en los que puede obtenerse con facilidad este tipo de desgrasante (Livingstone-Smith 2007: 13). Dentro de la amplia cantidad de lugares y regiones en los que este mineral está disponible, hay que señalar que, como se ha visto, la utilización de calcita añadida a la pasta se localiza en unos ámbitos geográficos muy concretos.

Estas zonas aparecen en contraposición con otras en las que también existe este tipo de materiales en abundancia pero donde, sin embargo, no fueron utilizados, como la zona situada al norte del río Llobregat. Esta dicotomía en la elección tecnológica efectuada a la hora de captar las materias primas evidencia que podrían haber existido distintos mundos tecnológicos que desarrollaron diferentes relaciones en lo que se refiere los procesos de selección y manipulación de los recursos naturales. Estas zonas culturalmente definidas aparecen delimitadas por barreras de tipo geográfico como ríos, el mar o bien por ciertas cordilleras que actúan dividiendo el territorio de forma natural (Clop 2007: 349).

En este sentido, debemos suponer que, gracias a los contactos mantenidos, al menos algunos alfareros o individuos debieron conocer de la existencia de otros tipos de cerámica relacionadas con otras formas de hacer. Ello pudo favorecer el establecimiento de ciertos elementos de identidad estructurados no sólo en base a fenómenos de similitud sociocultural sino también en base a otros de diferencia. Cómo se documenta etnográficamente (Gosselain 2008: 72) *“...many potters are actually aware of differences in clay processing recipes, and keen to relate them to specific social identities. Interestingly, such knowledge rarely concerns local people but, rather, members of other communities living in a radius of some fifty km.”*

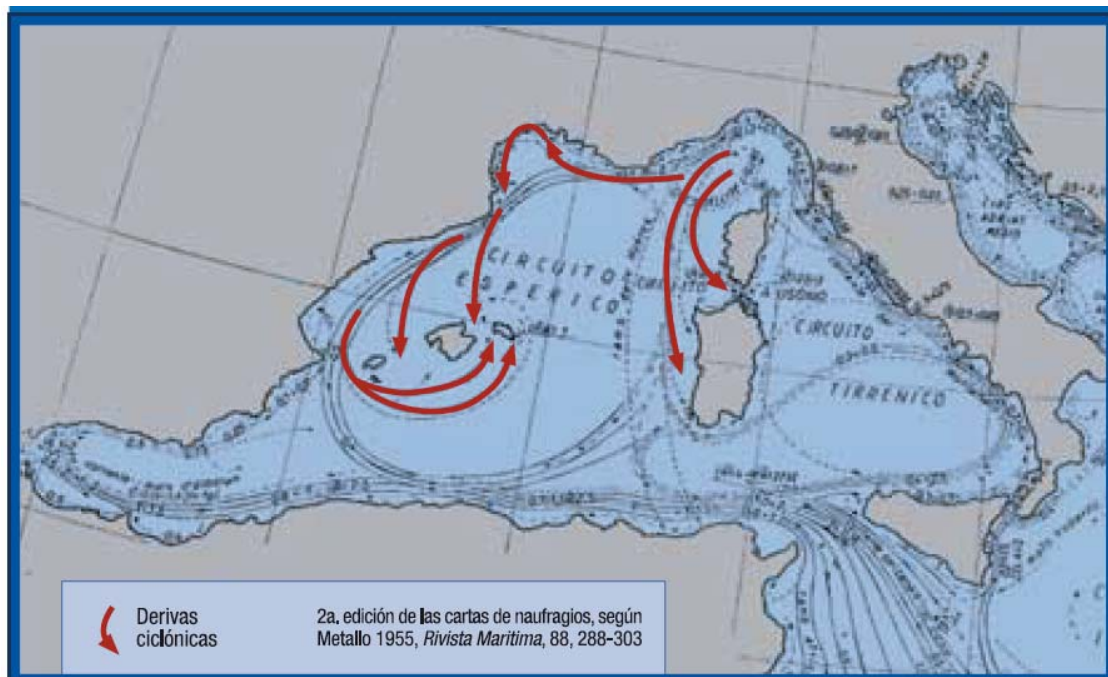


Figura 410. Trazado del derrotero marítimo que comunica el Golfo de León con el río Ebro, el Levante Peninsular y las Islas Baleares (Fuente: Metallo 1955 en Guerrero 2007).

c) Interpretaciones del cambio en las pastas cerámica.

Una vez abordada la dispersión de este tipo de fábrica, así como los posibles hipótesis acerca de los orígenes que pueden explicar su presencia y su consolidación en la producción de cerámica de las Islas Baleares, debe plantearse en qué modo los rasgos de las cerámicas pueden corresponderse con ciertos cambios que tuvieron lugar entre el tránsito del Bronce Antiguo al Bronce Naviforme, justo cuando se constata con seguridad esta nueva tradición tecnológica. Para establecer las hipótesis utilizadas, muchas de ellas contempladas inicialmente por W. Waldren (1982), para interpretar este cambio en el registro cerámico se han contemplado básicamente bases teóricas características de la *ecología cultural*. Los rasgos de la producción aparecen claramente determinados por la relación que establece el ser humano con su entorno natural, teniendo un gran peso los aspectos demográficos en el modo en que se establece dicha relación. En nuestro caso, no estamos completamente de acuerdo con estas interpretaciones y pensamos, como se ha visto, que los fenómenos asociados a este cambio tecnológico pueden ser mucho más complejos e ir vinculados, además, a determinadas dinámicas socioculturales. Las interpretaciones mantenidas hasta ahora sostienen que esta nueva tradición tecnológica habría comportado:

c.1) El consumo de una menor cantidad de combustible.

Este descenso en el consumo de combustible sería consecuencia de la utilización de temperaturas más bajas, así como de una posible reducción del tiempo de cocción. Según Waldren (1982), Andreu *et al.* (2007) y Lull *et al.* (2004 y 2008: 140) ésta habría sido una opción acertada si se considera que la producción cerámica se desarrolló en un contexto de progresivo crecimiento demográfico y concentración de la población. Un aumento poblacional parece evidenciarse en el incremento de asentamientos y, como sugieren los datos polínicos, ello habría podido derivar en una presión sobre el entorno cada vez más intensa. En nuestra opinión, la estrategia de cocción documentada para las cerámicas de esta fábrica, no permite un mayor ahorro de combustible. Como ya se ha señalado anteriormente, los rasgos de las cerámicas y algunos experimentos documentados (Gasull *et al.* 1984), sugieren que las cocciones con este tipo de pastas, a pesar de ser a baja temperatura, podrían haber sido ser relativamente largas, comportando la utilización de abundantes cantidades de combustible.

Tampoco, como se señalará posteriormente, no se observa una estrategia global encaminada a ahorrar combustible, ni en este periodo ni en otros posteriores en los que se incrementa la presión sobre el entorno natural. Por una parte, en esta fase, se asiste a un desarrollo de la metalurgia y, posteriormente, de los enterramientos con cal. La obtención de ambos productos requiere de altas temperaturas y, por tanto, también de cantidades importantes de combustible.

c.2) Ciertos beneficios en el proceso de fabricación de cerámica.

Estudios experimentales inéditos²⁹⁸, realizados con la finalidad de aproximarse a las consecuencias técnicas que conlleva la adopción de este material en las pastas cerámicas (Waldren *et al.* 1980 en Waldren 1982; Waldren 1991; Lull *et al.* 2008: 140), han remarcado que la utilización de calcita favorece un secado más rápido de la pasta evitando la aparición de fracturas durante este proceso. Este desgrasante también habría maximizado el número de formas que se pueden modelar potencialmente, así como la aplicación de ciertos elementos en las paredes de las vasijas, como los asideros.

²⁹⁸ En las publicaciones consultadas no se explicitan las rutinas experimentales ni las condiciones bajo las que se desarrollaron los experimentos.

En los experimentos realizados en este trabajo, en condiciones controladas, no se ha podido constatar que la introducción de este desgrasante haya favorecido un secado más rápido de las piezas. Sin embargo, sí podemos apuntar que permite reducir enormemente la cantidad de agua que se pierde en el secado de la pieza, favoreciendo una textura microporosa. Ello habría evitado la aparición de desconchados, originados durante la cocción como consecuencia de la utilización de arcillas muy finas y absorbentes. En este sentido, hace falta, para abordar mejor este tipo de cuestiones, el desarrollo de programas experimentales más completos, centrados en el análisis de aquellas diferentes propiedades físicas, propias de este tipo de pastas, que estén vinculadas con aspectos técnicos y funcionales.

c.3) Una respuesta a unas determinadas condiciones de demanda.

Los dos aspectos señalados anteriormente, menor tiempo de secado y escaso tiempo de cocción, habrían tenido a su vez repercusiones económicas, favoreciendo un ajuste de la intensidad y la escala de la producción cerámica a una mayor demanda de vasijas, propiciada ésta por el crecimiento demográfico. En este sentido, se ha demostrado que ambas hipótesis podrían ser poco acertadas en sus planteamientos, por lo que no se asiste a un deseo claro de aumentar la intensidad o la escala de la producción. Lo que sí podemos considerar es, en todo caso, que las soluciones tecnológicas evidenciadas habrían promovido, gracias a una reducción de las posibilidades de fracaso consecuencia de la homogeneización de los productos, la obtención de un mayor número de piezas en condiciones aptas para el uso en cada hornada.

c.4. El establecimiento de vínculos comerciales más sólidos.

Este tipo de técnicas y materiales proporcionan una fábrica más consistente y duradera que podría haber favorecido el intercambio de productos y el establecimiento de redes comerciales más sólidas. Una prueba de la existencia de intensos contactos entre las distintas comunidades de las islas la constituye la relativa homogeneidad que presenta en su conjunto la cultura material de este periodo.

Para estos autores, el incremento de la población así como los contactos con el exterior de la isla pudieron favorecer el paso de una producción cerámica a pequeña escala y centrada en el ámbito doméstico a una industria cerámica a mayor escala desarrollada de modo comunal pero a la vez relativamente sostenible a nivel medioambiental. Si bien algunas de estas apreciaciones resultan arriesgadas, estamos de acuerdo con ellos en señalar que los cambios en las técnicas, los materiales y los procesos de fabricación pudieron ir paralelos a cambios sustanciales en el estilo de vida de los individuos que formaban parte de estas comunidades. Este cambio tecnológico revela el surgimiento de nuevas necesidades sociales que fueron solventadas con nuevas estrategias productivas.

Una vez generalizada la tradición tecnológica entre las diferentes comunidades, los rasgos de la producción se caracterizan por una ralentización del ritmo de las innovaciones y un aumento de la homogeneización. Este factor puede indicar que los objetos se han adecuado técnicamente a una función específica y, por tanto, el grado de eficacia²⁹⁹ de los mismos aumenta (Calvo 2002a).

Llegados a este punto, los cambios que se producen son limitados y más relacionados con aspectos estilísticos, como por ejemplo con las firmas de alfareros que permiten distinguir una etnia, linaje o unidad productiva, etc. Este tipo de variaciones no afectan a las pautas comunes utilizadas por el colectivo en la producción, que se mantienen estrechamente reguladas mediante diversos mecanismos como los contextos en los que se produce el aprendizaje y la transmisión de conocimientos (Dietler y Herbich 1998; Mannoni 2007).

Probablemente, el cambio en los procesos de fabricación de los materiales cerámicos refleje cambios en la organización de la producción y en la sociedad en su conjunto. Para concluir debemos señalar que, coincidiendo con este cambio tecnológico en la cerámica, a finales del Bronce Antiguo, entre 1600-1500 BC asistimos, siendo un rasgo esencialmente insular, a la adopción de una arquitectura ciclópea de carácter monumental que se generaliza en el ámbito doméstico y que marcará el paso del Bronce Antiguo al Bronce Naviforme (Plantalamor y Rita 1984; Calvo y Salvá 1997; Plantalamor 1997: 337; Castro *et al.* 1997; Lull *et al.* 1999: 42; Salvá 1999; Calvo *et al.* 2001; Gornés *et al.* 2004; Lull *et al.* 2004; Guerrero *et al.* 2007).

²⁹⁹ Entendemos aquí el concepto “eficacia” como multidimensional y referido a la tecnología, tanto en un sentido material como social y como un elemento generador de identidad (Sigaut 1994).

Este fenómeno se formalizará dando lugar a un gran número de asentamientos, como *Closos de Can Gaià, Canyamel, Alemany*, etc., donde se pueden llegar a contabilizar varias de estas estructuras. Al igual que podría suceder con la cerámica, los cambios en la configuración de los asentamientos parecen constituir un indicador de cambios en la identidad y en el ámbito socioeconómico, así como en los esquemas de racionalidad. Este tipo de arquitectura podría haber adquirido funciones ideológicas, simbólicas y rituales ante la ausencia de estructuras realizadas exclusivamente para con esta funcionalidad (Fornés *et al.* 2009).

Por otro lado, es durante este periodo cuando se inicia una acusada uniformidad cultural entre Mallorca y Menorca (García Rosselló *et al.* 2007). Como plantean los datos y resultados obtenidos para este periodo, esta uniformidad podría ser extensible a la cultura material cerámica, donde se constatan las mismas soluciones tecnológicas en variados contextos geográficos. Podemos establecer, como hipótesis a confirmar, que pareja a la formalización de la arquitectura ciclópea pudo producirse un cambio profundo en la producción cerámica.

27.3. La producción cerámica en el Bronce Final (1200-850 BC): *Closos de Can Gaià, Puig de Sa Morisca* y turriforme escalonado de *Son Ferrer*.

27.3.1. Rasgos de la producción.

En este periodo se documenta una gran homogeneidad en el registro analizado, éste se compone de 22 piezas cerámicas adscritas a *Closos de Can Gaià* ($n = 8$), *Puig de Sa Morisca* ($n = 12$) y *Son Ferrer* ($n = 2$). En lo que se refiere a la homogeneización composicional de la cerámica se observa, a pesar de la existencia de ocho individuos que no se han podido clasificar en ninguna producción (Tablas 19, 20 y 22), una clara predisposición por utilizar materiales muy parecidos.

a) Pastas.

Como era de esperar, al asimilarse las cerámicas a distintos yacimientos, éstas muestran la utilización de unas materias primas diferenciadas en función del asentamiento. En el caso del Navetiforme 1 de *Closos de Can Gaià* se observa una clara preferencia en los artefactos, con cinco casos (Tabla 19), por adscribirse a la Producción CLG-B2 y, en menor medida, a CLG-A1 ($n = 2$). Esta tendencia, que ya se había observado en el Bronce Medio, indica la utilización prolongada en el tiempo de recursos con un origen y unas cualidades muy parecidas que incluso podría estar relacionado con las mismas fuentes de arcillas. En este caso, destaca la desaparición de la Producción CLG-B1, observada mayoritariamente en el Bronce Antiguo y, de forma marginal, en el Bronce Medio.

En lo que se refiere al *Puig de Sa Morisca* se observa una clara preferencia en las vasijas por adscribirse a la producción SM-A1 ($n = 5$) y, en un caso (SM-634), a SM-B1. Como se ha señalado en anteriores capítulos, esta primera producción aparece claramente asociada a la utilización de la arcilla del *Comellar de Sa Terra dels Gerrers* y confirmaría la utilización de este recurso ya durante las primeras ocupaciones de este enclave en el Bronce Final (c. 1190-970 BC, KIA-17979) y antes de la fundación del poblado talayótico. En el caso del turriforme escalonado de *Son Ferrer*, sólo se ha podido adscribir la pieza del Bronce Final TSF-58 a la producción TSF-A, por el contrario la vasija TSF-59 no ha podido clasificarse dentro de ningún grupo de referencia.

b) Desgrasantes.

La amplia mayoría de los artefactos analizados de esta fase se relacionan con la Fábrica 1, ya predominante en el Bronce Medio, que se consolida en el Bronce Final. Las piezas de esta fábrica se caracterizan por tener unas cantidades de calcita cristalina muy estandarizadas y, probablemente, por la utilización de unas arcillas con cualidades bien estipuladas. Este aspecto se refleja claramente en el coeficiente de variación observado en la cantidad de CaO, donde el cv es de sólo 0.15 ($n = 20$), así como en las concentraciones de calcita detectadas mediante DRX ($cv = 0.15$, $n = 15$), que indican una alta normalización en estas variables. Se trata de pastas muy calcáreas (% CaO = 32-49%) que, como sucedía en la fase anterior, se vinculan con la adición de calcita cristalina, observada petrológicamente en ocho casos y en cantidades que oscilan entre 25-50%. A pesar de que existe cierta variabilidad textural, esta adición va a determinar la presencia en las vasijas de unas texturas preferentemente, en un 75% de los casos, de tipo GT-A y GT-D. Éstas se caracterizan por poseer un alto número de granos de carácter anguloso y por encima de las 800 μm de diámetro, donde predomina abundante desgrasante mineral (12-28%) bien ordenado de forma seriada. Se trata de pastas muy bien preparadas y mezcladas donde se ha invertido cierto esfuerzo, tiempo y recursos en homogeneizar el proceso técnico, proporcionando un registro con unas características y unas cualidades extremadamente parecidas.

Parece ser que, al igual que los resultados obtenidos aquí, las concentraciones de CaO en el periodo que comprende 1400/1000 BC resultan estadísticamente muy homogéneas y normalizadas también en cerámicas de Menorca ($38.4\% \pm 7.1$; $cv = 0.18$), independientemente del yacimiento analizado (García Orellana *et al.* 2001: 46-47). Esta misma tendencia se ha presentado evidente en nuestros datos respecto a esta variable, independientemente del asentamiento estudiado y en áreas geográficas distantes, donde la cantidad de calcita cristalina añadida aparece también muy alta y normalizada. Ello está indicando, por tanto, la sólida implantación y aceptación a nivel interinsular de una receta muy bien estipulada para la fabricación de cerámica en todo el mundo naviforme.

Finalmente, debe reseñarse la presencia en *Puig de Sa Morisca* de tres piezas que no se asocian a esta fábrica, representando éstas casos espurios o rarezas dentro del registro de este periodo. Cabe señalar, además, que no han podido clasificarse en ninguna de las producciones del yacimiento por lo que pueden relacionarse con:

- 1) Otras producciones o unidades productivas no identificadas dentro del asentamiento.
- 2) Acciones individuales dentro de las unidades productivas que se salen de la tónica general.
- 3) Producciones no pertenecientes al asentamiento³⁰⁰ relacionadas con una posible distribución regional de los productos cerámicos.
- 4) Alfareros itinerantes produciendo en el asentamiento, éstos portan sus propias materias primas por el territorio³⁰¹.

Dentro de este grupo de cerámicas hay que señalar la pieza SM-625 que se ha asociado a la Fábrica 16, caracterizada por la ausencia de desgrasantes y la presencia de algunos fragmentos de rocas calizas de origen natural en su pasta. Si la comparamos con el resto de piezas de este periodo puede observarse como ésta se caracteriza por ser mucho menos calcárea, con 11% de CaO y tan solo 19% de calcita en los difractogramas de rayos X. En todo caso, la pasta coincide con una arcilla margosa muy fina. Es decir, una arcilla base muy parecida a la observada en el resto de las piezas del periodo. Finalmente, señalar que esta pieza muestra un engobe en su superficie.

Por otro lado, se documentan dos piezas (SM-472 y SM-1125) asociadas a la Fábrica 3, aunque éstas resultan muy parecidas, en el grado de CaO y la cantidad de calcita cristalina que incorporan, a las piezas de la F-1. Sin embargo, estas vasijas poseen pequeñas cantidades (2-3%) de desgrasante vegetal a la pasta.

³⁰⁰ La variabilidad del registro se incrementa con la dispersión regional de los artefactos, éstos suelen distribuirse más o menos intensamente por el territorio a partir de los contactos y los intercambios que realizan los individuos. Por ejemplo, en Ancash (Perú) se ha observado como las relaciones familiares y los intercambios de productos favorecen la dispersión de piezas que acaban siendo utilizadas en otros centros productores y receptores (Druc 1996).

³⁰¹ Este tipo de alfareros itinerantes, normalmente con un perfil desarrollado están bien documentados etnográficamente, por ejemplo, en Mallorca (Llabrés 1977), Perú (Druc 1996) o Chipre (Cooper 2000: 201).

Este hecho influye notablemente en el producto final obtenido, especialmente en lo que se refiere al grado de porosidad. Como se ha podido observar, la adición de materia orgánica en algunas arcillas, con la finalidad de alterar sus cualidades originales, ha podido constatarse en los materiales de *terra rossa* utilizados en el Bronce Final para impermeabilizar la cubierta del Navetiforme 1 de *Closos de Can Gaià*. Ello nos indica que esta estrategia y el uso de este tipo de materiales, utilizados para desgrasar arcillas, no eran desconocidas en la isla, tanto en la zona de Porto Colom como en *Calvià*. Como se verá posteriormente, esta solución tecnológica eclosionará durante el Postaláyótico, de modo que las piezas y los materiales constatados en esta fase de la Edad del Bronce suponen una primera evidencia, aunque muy marginal, de la vigencia de este tipo de fábricas en Mallorca y de la aplicación de materias vegetales como anti-plástico en las cerámicas.

c) Cocción.

En lo que respecta a la cocción, en este momento se observa una clara homogeneización de la TCE que está en consonancia con la homogeneización observada en las pastas. Si bien las atmósferas son preferentemente reductoras siguen mostrándose muy variables. Este tipo de estrategia de cocción eminentemente reductora, aunque poco homogénea entre las vasijas, se ha constatado también en el registro cerámico de yacimientos de Menorca. Esta variabilidad en la cocción de las piezas menorquinas se relacionó más con la colocación de las piezas en el horno que con el tiempo y la temperatura de cocción (García Orellana *et al.* 2001: 71).

Los picos de calcita se observan muy bien conservados en los análisis de DRX y los granos de este mineral observados en lámina delgada sólo se muestran ligeramente alterados por efecto del calor. Las fases de alta temperatura están ausentes y la matriz arcillosa no muestra ningún indicio de vitrificación. Todo ello sugiere la utilización de una TCE por debajo de 800/850 °C, sin embargo, el predominio de núcleos reducidos ($n = 16$) frente a los oxidados ($n = 5$), así como la obtención de una pasta compacta y poco porosa, podría indicar que se han utilizado tiempos de exposición relativamente largos, aunque a bajas temperaturas.

El producto final obtenido es igual al descrito en la tradición señalada para el Bronce Medio, extremadamente calcáreo pero altamente funcional, duradero, resistente y micro-poroso, lo que favorece cierta conductividad calorífica así como resistencia mecánica y al shock térmico.

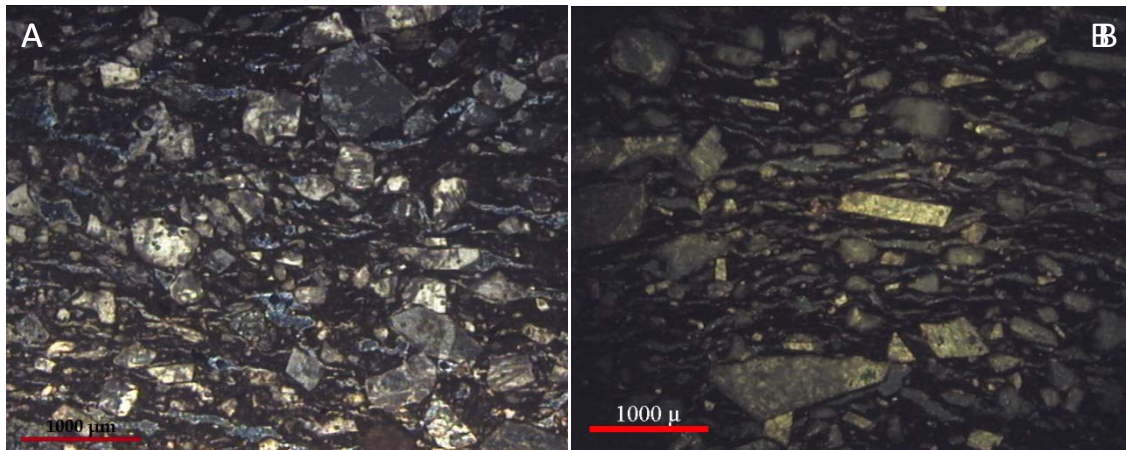


Figura 411. Microfotografías de láminas delgadas en nicoles cruzados de piezas de la Fábrica 1 del Bronce Final. Destaca la presencia abundante de calcita cristalina con evidencias de alteración térmica A) CLG-2664, B) CLG-1594.

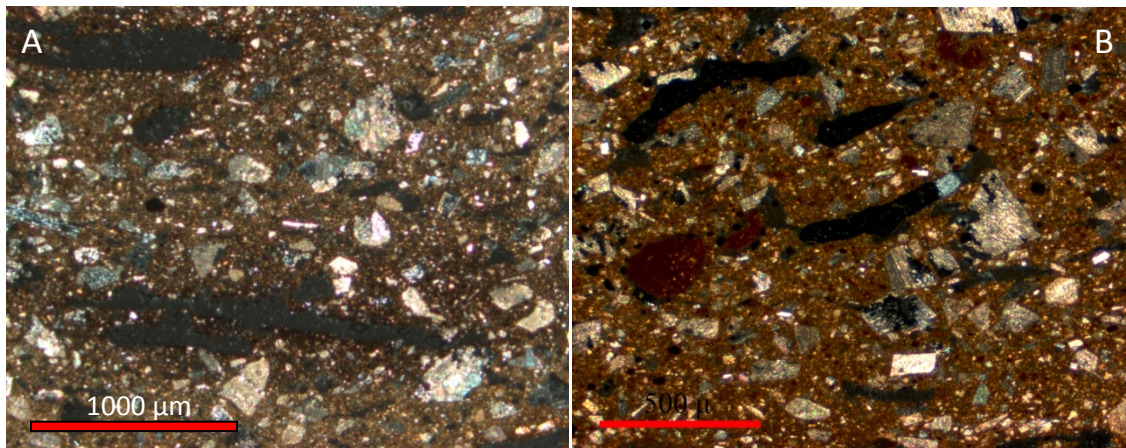


Figura 412. Microfotografías de láminas delgadas con nicoles cruzados de piezas del Bronce Final con improntas de desgrasante vegetal y abundante de calcita cristalina A) SM-472, B) SM-1125.

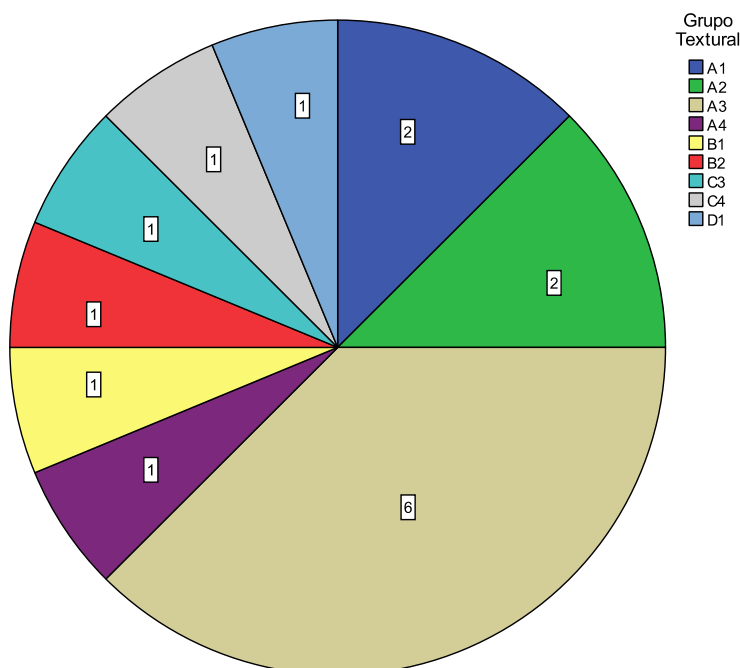


Figura 413. Grupos texturales detectados en las cerámicas del Bronce Final y cantidad de muestras asociadas.

Cuadro 75. Estadísticos descriptivos de variables adscritas a las pastas documentadas en el Bronce Naviforme Final en *Closos de Can Gaià*, *Puig de Sa Morisca* y en el turriforme escalonado de *Son Ferrer*.

	N	Media	Desv. típ.
% Fe ₂ O ₃	21	4,90	1,09
% Calcita	16	73,20	18,37
% cc	8	35,63	8,63
% CaO	21	37,23	8,24
% Mineral	16	16,29	5,68
% Cuarzo	16	4,92	4,45
% Vegetal	21	,25	,82

27.3.2. Marco Histórico.

El desarrollo de estos esquemas de producción cerámica coincide, como se vio anteriormente, con múltiples cambios en las sociedades naviformes respecto a las del Bronce Antiguo. Estos cambios culminan, al igual que sucede con la cerámica, en alto grado de homogeneización entre el registro arqueológico observado tanto en Mallorca como en Menorca (Guerrero *et al.* 2007c).

A continuación, se van a exponer algunos de los rasgos de este periodo que se han considerado diagnósticos para realizar una adecuada aproximación histórica y social a las soluciones observadas en la cerámica de época naviforme, de acuerdo con un contexto general. Si bien muchos de estos cambios, como la adopción de una arquitectura doméstica, ciclópea y monumental se muestran claramente ya desde el Bronce Naviforme Inicial (1600/1500 BC), es en el Bronce Medio y Final cuando un nuevo estilo de vida desarrollado entre las comunidades isleñas resulta más tangible en múltiples aspectos.

a) Patrón funerario.

En este momento, se puede asegurar, en base a fósiles directores como metales y cerámicas, que ya no se registran patrones funerarios arcaizantes como la utilización de sepulcros dolménicos e hipogeos de enterramiento, típicos del epicampaniforme y del Bronce Antiguo, que pudieron permanecer vigentes durante una primera fase naviforme. Por el contrario, desde el Bronce Final, al igual que sucede en la cerámica, se documenta la homogeneización de los patrones funerarios documentados en el ámbito insular con la utilización de cuevas y grutas naturales con cierre ciclópeo que, en algunos casos como *Son Matge*, habían venido utilizándose anteriormente como lugares de estabulación. Por otro lado, se documenta en algunas de estas cuevas la presencia de nuevos y complejos rituales de inhumación relacionados con una parafernalia de gestión de los cabellos con fines simbólicos en yacimientos como *Cova des Carritx* o *Son Matge* (Lull *et al.* 1999; García Rosselló *et al.* 2007; Guerrero *et al.* 2007).

b) Metalurgia.

La metalurgia presenta un incremento que se manifiesta tanto a nivel cuantitativo como cualitativo. Si bien en el Bronce Antiguo aumentan el número de producciones metálicas respecto del calcolítico y el epicampaniforme, la metalurgia de este periodo se evidencia monótona y escasa, con unos pocos objetos característicos, como los puñales triangulares o los puzones.

El panorama cambia en gran medida hacia 1400 BC, cuando se generaliza el uso del bronce, se constata una variada gama de piezas³⁰² y se emplea una tecnología de fundición más compleja (Díaz-Andreu 1996; García Rosselló *et al.* 2007). Parece ser que en este periodo, dada la presencia de moldes de fundición, escorias y piezas metálicas en espacios domésticos y especializados de yacimientos como *Hospitalet Vell*, *Can Roig Nou* o *Son Mercer de Baix*, se desarrolló en las islas, además, una transformación propia de parte del metal foráneo que llegaba a las islas (Lull *et al.* 1999: 55; Guerrero *et al.* 2007). Este proceso parece evidenciar, así mismo, un cambio social donde proliferan objetos metálicos, como las armas, que no tienen una utilidad práctica sino que podrían responder a la exaltación del estatus social de algunos individuos. De este modo, como indican estos autores, abundan también depósitos de metales como los detectados en *Cas Corraler*, *Es Mitjà Gran*, *Son Matge* o *Lloseta*. Finalmente, hay que señalar que las Islas Baleares representan uno de los lugares del Mediterráneo donde se han hallado más objetos de estaño puro.

c) Aumento demográfico.

En este momento se produce una concentración de la población en poblados navetiformes donde, parece ser, las estructuras de hábitat aumentan en número. Tal vez, se incrementen también el número de asentamientos, desembocando finalmente este proceso demográfico en el desarrollo de estrategias de control efectivo del territorio durante la primera Edad del Hierro, cuando culmina este proceso de incremento poblacional en época talayótica (Aramburu 1998; Calvo *et al.* 2006). Estas dinámicas, en las que se produce una mayor densidad de la población ligada al uso de espacios determinados, pudieron conllevar el desarrollo de un marcado sentimiento de comunidad. Éste se enfatiza utilizando, además, una cultura material no metálica muy homogénea que podría haber provocado cierta necesidad entre los individuos en vistas a remarcar en el ámbito privado (Fornés *et al.* 2009). Este es un aspecto que, como veremos, resulta también evidente en la organización urbana de los poblados de época talayótica.

³⁰² Frente a los típicos punzones y cuchillos triangulares del Bronce Antiguo, ahora se documenta una variada gama de artefactos: espadas, machetes, hachas planas, pectorales con varillas, cintas circulares, brazaletes, agujas, punzones, torques, puntas de lanza y flecha, cuchillas, anillos, placas circulares, alfileres, espejos, diademas, etc. (Guerrero 2003; Guerrero *et al.* 2007c).

d) Aumento de los contactos con el exterior.

Este aspecto va claramente asociado con el incremento de objetos exóticos realizados con fayenza, marfil o bronce, que indican un contacto evidente entre las islas y el exterior. En Mallorca materias primas exóticas como éstas son inexistentes en la naturaleza, también el cobre resulta muy escaso y el estaño está ausente. Para canalizar este tipo de objetos se crea hacia 1300 BC, o tal vez antes, una serie de infraestructuras costeras formadas por asentamientos estratégicos³⁰³ claramente enfocados hacia el mar que facilitan el intercambio de estos productos a escala local, regional y a nivel de todo el archipiélago. En este sentido, muchos conjuntos naviformes, como *Closos de Can Gaià*, *Hospitalet Vell*, *Son Bugadelles*, *Cala Blanca* o *Canyamel* parecen espacialmente relacionados con el mar. Se puede señalar, por tanto, que las comunidades baleáricas del Bronce Medio/Final no vivieron en un sistema cerrado sino más bien abierto, dinámico y en estrecha conexión con algunas de las redes de intercambio que se desarrollaron en el continente y en el Mediterráneo occidental. A pesar de insertarse en la periferia de estas redes, estas comunidades participaron de los contactos y el intercambio de materiales e ideas que se estaba produciendo en la Europa continental (Fornés *et al.* 2001; Guerrero 2003; García Rosselló *et al.* 2007; Guerrero *et al.* 2007c; Guerrero 2008).

Estas premisas resultan interesantes cuando se relacionan con los datos observados en la cerámica, donde la constatación del uso de materias primas exóticas constituye un excelente indicador de contactos externos. En este sentido, debe señalarse la existencia de la pieza CLG-2755 de pasta foránea, identificada en *Closos de Can Gaià* que nos remite a contactos con el exterior, probablemente con la zona catalana de *El Maresme*. Este tipo de fábricas podrían haber llegado a la desembocadura del río Ebro a través del derrotero del Golfo de León y desde allí a las islas (Guerrero 2007).

Algunos autores (Waldren 2003; Guerrero *et al.* 2007c), han planteado la existencia, en diversos periodos de la prehistoria balear, de pastas y piezas decoradas que podrían proceder de contextos foráneos. Hay que citar la presencia de fragmentos de cerámicas con decoración incisa tipo “boquique” en el yacimiento de *Son Ferrandell Oleza* (Valldemossa), fechadas éstas entre c. 1750-1300 BC.

³⁰³ En estos asentamientos costeros estratégicos suele ser habitual encontrar indicios de actividades metalúrgicas como en *Cala Blanca*, donde había vasijas de fundición y un molde de hacha (Juan y Plantalamor 1997: 95).

El carácter foráneo de estas piezas se estableció macroscópicamente a partir de la presencia de inclusiones micáceas doradas, tratándose éstas probablemente de biotita y/o moscovita. Piezas con este tipo de decoración y pastas habrían tenido cierta circulación a través de redes de intercambio. Recientemente se han podido constatar importantes movimientos durante la Edad del Bronce de materiales cerámicos, como la cerámica de boquique, desde el área catalana hacia el noreste de la Península, precisamente por donde se extiende el derrotero citado (Waldren 2003).

Este aspecto no significa que los pobladores de los yacimientos mallorquines mantuvieran estos contactos necesariamente de forma directa, estas piezas pudieron haber llegado a otras comunidades de las islas Baleares y, después, mediante la circulación interna entre las islas, o entre una misma isla, podrían haber acabado en los yacimientos donde se depositaron, explicando así su presencia en los mismos. Lo que sí se puede señalar actualmente, con cierta seguridad, es que al menos algunas de las personas que habitaron en *Closos de Can Gaià* o en *Son Ferrandell* mantuvieron contacto directo con tradiciones tecnológicas y una cultura material diferente a la suya. La especificidad y singularidad de estas cerámicas resulta claramente visible macroscópicamente, especialmente en lo que se refiere a la tipología y a la pasta y, en el caso de la cerámica de boquique, es evidente también a través de la decoración.

Como se ha señalado, en este tipo de pastas los minerales micáceos resultan claramente visibles, ya que forman parte de la materia gruesa de la cerámica, cosa que no sucede en las cerámicas calcáreas estudiadas. Estas micas son de un color dorado que llama la atención notablemente, una prueba de ello es que los arqueólogos que excavaron los yacimientos percibieron inmediatamente esta pasta atípica dentro del resto del conjunto cerámico del yacimiento, de características mucho más homogéneas. Podemos proponer, entonces, que el origen foráneo de estas producciones no habría pasado desapercibido para las personas que manipularon y visualizaron estas cerámicas. De esta manera, se puede avanzar que las tradiciones tecnológicas observadas difieren, en el precoz estado actual de la investigación, en la utilización de arcillas completamente diferentes, lo que incluye un entorno geográfico y geomorfológico también diferente y un contexto de producción que podría responder a otras dinámicas.

Probablemente, los intercambios no debieron reducirse al metal, y otro tipo de productos, entre ellos las cerámicas, fueron introducidos también en la isla. Aunque la escasa cantidad de piezas foráneas detectadas por la bibliografía indica que las cerámicas no debieron constituir por sí mismas materiales de intercambio, algunos ejemplares procedentes de otras áreas geográficas quedaron en las islas y no retornaron a sus lugares de origen. Por otro lado, estos materiales evidencian de nuevo que las islas no permanecieron aisladas sino que se produjo un intercambio de ideas entre individuos de distinta procedencia. A través de este tipo de mecanismos, se pudieron transmitir perfectamente los conocimientos necesarios para desarrollar nuevas tecnologías de producción cerámica, como la observada con la calcita cristalina, que podrían insertarse en un contexto más general que abordaría gran parte del Mediterráneo Occidental. El incremento de los contactos con el exterior coincide además con una fase cálida, que caracteriza al Bronce Final. Como se señaló en el apartado dedicado al Bronce Medio, tal vez, se produjo un flujo de contactos con zonas en las que esta tradición tecnológica estaba bien arraigada, aprovechando los derroteros que unían la desembocadura del río Ebro y el Ródano con las Islas Baleares. Esta transferencia, así como la posterior reinterpretación de conocimientos, en el ámbito local resulta factible ya desde época campaniforme. Sin embargo, se hace más evidente durante la Edad del Bronce, especialmente durante el Bronce Final (Plantalamor 1997: 383; Guerrero 2007).

e) Diferenciación social.

La distribución desigual y el escaso carácter funcional que tienen los metales y otros materiales, especialmente evidente en ambientes funerarios ligados a rituales complejos como el tratamiento del cabello de determinados individuos, parecen sugerir cierta diferenciación social entre los individuos. Las interpretaciones planteadas para *Cova des Carritx* proponen que algunos individuos podrían haber tenido un mayor peso dentro de los grupos humanos, adscribiéndose a “una categoría social específica formada por individuos encargados de la mediación social y político-ideológica” (Lull *et al.* 2004: 143).

Según Guerrero *et al.* (2007) estos individuos o grupos sociales diferenciados, podrían haber organizado la llegada de metales a través de ejercer cierto control de las rutas de navegación y de las zonas de paso situadas en el interior y ligadas a la red asentamientos costeros. Del mismo modo, éstos se habrían podido encargar de la organización de parte de la producción del grupo en su conjunto. En todo caso, hay que matizar que no hay indicios materiales de una clara jerarquización ligada a la apropiación de los recursos y de los medios productivos o a una ostentación del poder y de clase social, motivo por el que sólo se puede hablar de grupos diferenciados socialmente visualizados sólo a través de determinadas prácticas, por ejemplo en la liturgia funeraria.

Este tipo de organización social pudo mantenerse, aunque con algunos cambios y matices, en periodos posteriores, coincidiendo, como veremos, con el mantenimiento de las formas de organización de la producción cerámica. De este modo, como indican Guerrero *et al.* (2007: 341), *“La cultura talayótica puede considerarse...su continuadora, aunque las formas de prestigio y ostentación...pasaron de estar basadas...en la posesión y exhibición de objetos suntuarios a la segregación arquitectónica”*.

f) Organización de la producción.

También, al parecer, estrechamente relacionados con el aumento de los intercambios y el proceso de diferenciación social comentado, se han propuesto cambios en la organización de la producción que derivan de su intensificación y de una mayor centralización de las actividades productivas. Se produce un traslado de las actividades productivas del ámbito privado al ámbito público-comunal que luego se potenciará en el Talayótico (Salvà y Hernández 2009). La finalidad de este cambio en las estrategias productivas podría estar vinculada con una supuesta necesidad de generar una contrapartida material capaz de cubrir la entrada de metales y de otros bienes de prestigio que se constata en este periodo (Guerrero *et al.* 2007).

Parece producirse una nueva organización de la producción marcadamente comunal que parece encaminada hacia la especialización³⁰⁴ de las labores productivas, entre las que debemos considerar también la producción de cerámica. La especialización se observa, por ejemplo, en los patrones de cría y consumo³⁰⁵ o en la intensificación de la cabaña ganadera (Belenguer y Matas 2005), aspectos que podrían incidir a su vez en las cerámicas asociadas al procesamiento y cocinado de alimentos derivados de estos animales.

Asociada a la especialización de determinadas actividades productivas parecen vincularse también la construcción de determinados espacios e infraestructuras, como las estructuras de combustión complejas con plataforma y caja observadas en *Canyamel*, *Son Oms* o *Hospitalet Vell*. La especialización también se observa a nivel espacial, en *Closos de Can Gaià* o *Son Mercer de Baix*, donde se documentan estructuras murarias que separan amplias áreas del poblado de navetiformes que han podido relacionarse con funciones distintas destinadas a la producción y gestión de excedentes alimentarios. Ambos tipos de registros se constatan ya en uso hacia 1300 BC. Finalmente, se documenta en *Sa Marina de Sa Punta* una alta concentración de punzones de hueso que podría remitir a la existencia de un área de producción relativamente especializada (Plantalamor y Rita 1984; Rosselló Bordoy 1993; Lull *et al.* 1999: 57; Calvo *et al.* 2001; Guerrero 2003, García Rosselló *et al.* 2007; Guerrero *et al.* 2007c).

En definitiva, estas evidencias han llevado a pensar qué, en este periodo, “...una parte del trabajo social se concentró en ámbitos que trascendían las unidades residenciales mínimas.” (Lull *et al.* 1999: 57). Parece claro entonces que a partir del Bronce Medio y sobre todo en el Bronce Final se produce la concentración de actividades comunitarias en espacios no domésticos, probablemente desarrolladas en espacios públicos (Salvà y Hernández 2009).

³⁰⁴ Especialización entendida como un reparto de tareas, tecnologías y actividades entre los diferentes miembros y unidades que conforman la comunidad, de modo que unos individuos dedican más tiempo que otros al desarrollo de determinadas actividades productivas.

³⁰⁵ En los estudios faunísticos realizados en *Closos de Can Gaià* se observa la utilización de bóvidos para fuerza de trabajo, el sacrificio de los suidos machos y la especialización de las hembras para cría. Finalmente se produce una explotación mixta de ovicápridos (Belenguer y Matas 2005).

g) Contextos domésticos.

Los navetiformes perduraron como estructuras dedicadas al hábitat doméstico hasta el inicio de la I Edad del Hierro, sin embargo, a lo largo de este periodo experimentaron variaciones en su organización interna. La perduración de este tipo de estructuras monumentales durante todo el periodo naviforme se ha relacionado con el valor simbólico que poseen y con un rol decisivo para favorecer la cohesión del grupo social doméstico (Guerrero *et al.* 2007c). Sin embargo, navetiformes como la estructura geminada de *Canyamel*, *Son Oms* y *Hospitalet Vell*, experimentan un cambio en su organización interna durante el Bronce Final, cuando se construye en el paramento derecho, en la zona del acceso, un murete que ciega a media luz. Este tipo de acceso será el más común posteriormente, en época talayótica. Estos cambios han sido relacionados por algunos autores con alteraciones en las estructuras familiares asociadas a la reducción de la visibilidad entre un espacio público o común externo y otro interno de carácter más privativo, típico de una familia nuclear (Fornés *et al.* 2009). Este cambio puede estar relacionado con una creciente diferenciación social a la vez que pudo repercutir en un mayor desarrollo de ciertas actividades comunitarias, como la fabricación de cerámica, fuera del ámbito doméstico (Calvo y Salvá 1999; Calvo *et al.* 2001; Guerrero *et al.* 2007c).

27.3.3. Conclusiones: La producción cerámica en el Bronce Naviforme.

La cerámica estudiada vinculada a estas fases se inserta, por tanto, en este esquema general que es donde la misma cobra sentido y significado. Por un lado, se observa un claro abandono del uso de aquellas técnicas, materiales y estrategias productivas que habían caracterizado las producciones cerámicas del epicampaniforme y del Bronce Antiguo, aunque éstas todavía se mantienen marginalmente durante el Bronce Medio. De este modo, se aprecia, a través del análisis de los espacios y del registro material, la predominancia de ciertas estrategias productivas colectivas, aunque situadas en un marco de cierta especialización artesanal. Estrategias de este tipo quedarían reflejadas en la homogeneidad de la cerámica, en los materiales utilizados y sus procesos de fabricación. Estos rasgos de la producción evidencian, también, que existía una comunicación y una transmisión de conocimientos fluida y consensuada entre los miembros de la comunidad así como entre las distintas comunidades.

Como han señalado Lull *et al.* (2004: 142-143) “...los grupos que habitaban las estructuras naviformes mantuvieron relaciones de cooperación en aspectos tales como la propia construcción de los edificios, la obtención de materias primas...y tal vez el cuidado de los rebaños y de los campos de cultivo. Sin duda, dichas relaciones implicaron la movilidad de individuos y la transmisión de conocimientos ya que, en un contexto no centralizado políticamente, sólo constantes contactos inter-grupales aseguran la transmisión del saber social en aspectos tan cotidianos como la tecnología cerámica”

En este periodo, el registro evidencia que se produjo un aumento de los contactos y del intercambio de bienes que pudo requerir de una intensificación de la producción local más allá de las necesidades domésticas. Esta intensificación se realiza a través de la especialización de ciertas actividades y de estrategias productivas colectivas dentro de la comunidad. Este esquema socio-productivo debe entenderse dentro de un contexto de intensos contactos entre las islas y el exterior, pero también entre las distintas comunidades que convivían en la isla. Este fenómeno puede explicar también, tal vez, la presencia de piezas singulares y de procedencia incierta en los distintos yacimientos. Son vasijas que, por el momento, no se muestran asociadas a ningún Grupo de Referencia. Éstas podrían haber quedado en los asentamientos a través del intercambio de productos que habrían realizado los individuos.

En definitiva, hay que considerar que la producción cerámica de esta época podría estar relacionada con dos aspectos básicos que están estrechamente relacionados, una organización colectiva de los procesos de fabricación y una intensificación de la producción. Ambos aspectos se manifiestan de forma diferente y tienen diferentes connotaciones:

a) Intensificación de la producción.

En cerámica, la producción de excedentes se ha relacionado, a menudo, con una intensificación de la producción que puede realizarse por medio de mejoras tecnológicas y mediante una modificación de la estructura de producción (García Rosselló 2008: 67). Este proceso de incremento de los contactos externos en el Bronce Naviforme habría comportado una intensificación dentro de la producción, al menos en lo que se refiere a determinadas tipologías como la puesta en circulación de contenedores de gran tamaño o toneles.

Dentro de la producción cerámica, se generalizan y aumentan considerablemente las grandes vasijas de almacenamiento en yacimientos de habitación como *Canyamel*, *Cala Blanca*, *Closos de Can Gaià*, *Son Mercer de Baix* y *Hospitalet Vell*, así como en islotes costeros como *S'Illot des Porros*. La aparición de estas piezas va ligada al proceso de intensificación y especialización de la producción³⁰⁶ ya comentado así como con la necesidad de almacenar y gestionar el excedente producido para cubrir la contrapartida de los intercambios canalizados a través de la red de asentamientos costeros. Las soluciones tipológicas y la morfología de los elementos de prensión observados en estos grandes contenedores parecen relacionarse con el transporte por vía marítima de productos sólidos o semisólidos y con la generación de unos excedentes que pueden tener una significación más social que biológica (Plantalamor y Rita 1984; Lull *et al.* 1999: 51; Guerrero 2003; Guerrero *et al.* 2007c; Guerrero 2008).



Figura 414. Fotografía y dibujo de un tonel de almacenamiento, observar el aspecto cilíndrico, el gran tamaño y la morfología de los elementos de prensión. (Fuente: Museo de Manacor; Dibujo: Guerrero *et al.* 2007).

³⁰⁶ El estudio de grandes contenedores de almacenaje y su disposición contextual resulta un indicador de las estrategias de subsistencia y del orden social de las actividades productivas a las que se adscriben este tipo de piezas (Christakis 1999).

b) Organización de la producción.

La homogeneidad de las pastas y las estrategias de cocción documentadas, así como de las tipologías, indica la consecución de una cultura material muy parecida que obedece a unos mismos esquemas de racionalidad entre las distintas unidades productivas activas en un mismo asentamiento y en distintas localizaciones de la isla. La generalización y la homogeneización de determinados tipos de productos evidencia cómo, a través del uso de unas determinadas materias primas empleadas y la tecnología de fabricación, se han conseguido productos muy eficientes funcionalmente, relativamente duraderos, que van a ofrecer unas posibilidades similares a los distintos usuarios. Ello podría resultar indicativo de una producción de carácter colectivo, o bien situada en un ámbito público, donde los conocimientos relacionados con el uso de determinadas materias primas y técnicas se habrían podido transmitir y compartir fácilmente entre los distintos individuos.

La homogeneización de ciertos objetos, como las cerámicas, y el establecimiento de tradiciones tecnológicas y de nexos materiales comunes podrían haber facilitado, además de la cohesión de los miembros de una misma comunidad, la formalización de contactos entre las distintas comunidades de Mallorca e incluso entre éstas con las de Menorca. Este mismo proceso también pudo favorecer el establecimiento de conexiones más solidas entre individuos de las islas y otros de diferentes zonas del continente donde, como se ha señalado, materiales con este tipo de rasgos también son predominantes.

Además de estos aspectos, y tal vez agudizada por una creciente diferenciación social, se observa cómo la maximización de ciertas estrategias colectivas podría haber reforzado la cohesión social de las comunidades, enmascarando dicha diferenciación. Estas estrategias se manifiestan en la arquitectura doméstica, los patrones de enterramiento y, cómo no, en la cerámica. En definitiva, se produce un alto grado de homogeneización del registro no metálico a nivel isleño, generando ciertas pautas de conducta que resultan comunes, de larga duración y altamente visibles en los materiales que se producen en las Islas Baleares durante este periodo.

Este fenómeno puede relacionarse con un esquema global de racionalidad colectiva que caracterizó a las comunidades de las islas. Éstas establecieron un lenguaje material y unas pautas de conducta claras y concisas, que fueron claramente perceptibles por el resto de los grupos, favoreciendo el mantenimiento de un cierto orden social a partir de los sistemas de transmisión de conocimientos y significados, facilitando el contacto y el desarrollo de la vida social entre los distintos individuos. En definitiva, podemos plantear una estrategia de producción colectiva organizada en espacios públicos (Salvà y Hernández 2009) encaminada a satisfacer ciertas necesidades sociales que habría podido comportar el desarrollo de cierto valor social en las cerámicas de esta fase. En este sentido, todas las prácticas efectuadas comúnmente por los individuos para producir, usar, intercambiar, mantener y depositar las cerámicas habrían poseído una fuerte significación, consciente o inconsciente³⁰⁷, cohesionadora e identitaria, tanto en lo que se refiere a los individuos de un mismo grupo como a los distintos grupos en su conjunto.

También los espacios en los que se usan las cerámicas habrían podido tener connotaciones cohesionadoras, ya que las áreas de actividad detectadas en las estructuras navetiformes pudieron situarse, por regla general, en áreas visualmente de dominio público o semipúblico, como las zonas más externas de la estructura (Fornés *et al.* 2009). En estas zonas, las cerámicas y sus rasgos, así como sus modos de asociación con unas determinadas tecnologías culinarias y artefactuales, habrían resultado más evidentes y fáciles de visualizar por el resto de los individuos que participan de la comunidad.

El rol social de las cerámicas de este periodo no deja tampoco de ser observable en contextos funerarios. En este sentido, los estudios realizados en *Cova des Carritx* evidencian ya, desde los primeros enterramientos (1600 BC) constatados en el yacimiento, un patrón de deposición comunitario de la cerámica que apunta hacia un carácter eminentemente colectivo de este tipo de materiales, que podría haber funcionado como cohesionador social también en este tipo de contextos (Lull *et al.* 1999).

³⁰⁷ En este sentido, señalamos que acciones intencionales se dan en operaciones rutinarias, sin embargo ello no implica que el individuo tenga siempre unos objetivos conscientemente definidos durante el desarrollo de las mismas (Giddens 1979: 56).

En definitiva, se puede asegurar que las diferencias observadas en las cerámicas: las producciones, las fábricas, las formas y los tipos y, por ende, en sus estrategias de producción, confirman el paradigma actual que señala una gran diferencia entre los sistemas socioeconómicos e ideológicos existentes entre el Bronce Medio y, especialmente del Bronce Final, respecto al Bronce Antiguo. En lo que se refiere a la cerámica, es interesante señalar que el cambio en las cualidades del producto y en sus tipologías pudo ir correlacionado, además de con aspectos socioeconómicos, con un tipo de organización de la producción distinta, con nuevos patrones de consumo y hábitos alimenticios. Esta misma opción se ha contemplado, precisamente, a raíz de los estudios espaciales efectuados en el Navetiforme I *de Closos de Can Gaià* (Fornés *et al.* 2009).

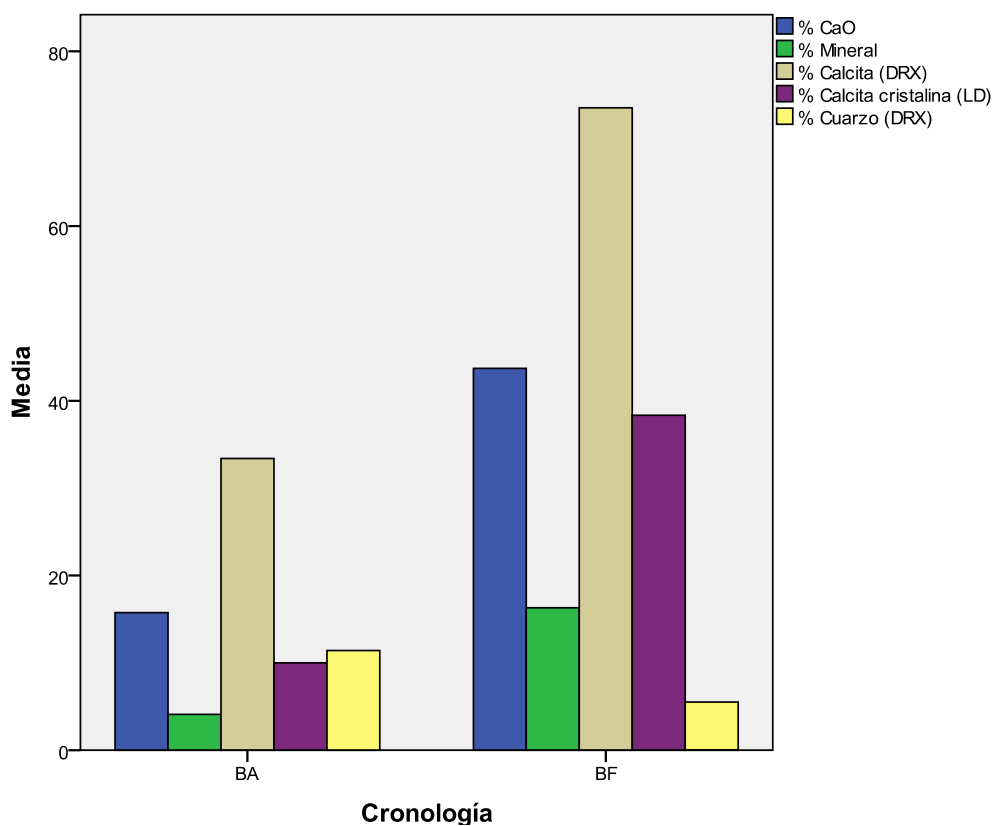


Figura 415. Medias para varias variables de las pastas cerámicas según cronología. Observar los niveles más altos de calcita, CaO y desgrasante mineral en el Bronce Final.

27.4. La producción cerámica en época Talayótica (850-550 BC): Turriforme escalonado de *Son Ferrer* y *Puig de Sa Morisca*.

27.4.1. Rasgos de la producción.

El registro de este época está ya completamente centrado en la zona de *Santa Ponça*, y contamos con un total de nueve vasijas disponibles. Las piezas analizadas de este periodo se relacionan prioritariamente con el conjunto cerámico asociado al Ámbito Ritual I del turriforme escalonado de *Son Ferrer* (UE-17), datado por paralelos tipológicos entre 700-500 BC. También se incluyen una pitoide (SM-1351) de la UE-138 de la Torre III del *Puig de Sa Morisca* (c. 750-400 BC, KIA-33609) y una pieza (SM-683) obtenida de la UE-26 de la Torre I del mismo yacimiento (c. 800-500 BC, UTC-10028).

a) Pastas.

La amplia mayoría de las piezas de *Son Ferrer* se han asociado a la Producción SM-A1 (Tabla 22), ya documentada durante el Bronce Final en *Puig de Sa Morisca* y a la que se añade también la pieza talayótica SM-683. Como ya se ha comentado, esta producción se asocia a una fuente de arcilla de gran calidad y extremadamente plástica situada en el territorio más próximo de este yacimiento. Esta uniformidad entre las producciones químicas observadas en los distintos asentamientos evidencia la explotación de unos recursos muy concretos y con unas características determinadas a la hora de fabricar las cerámicas en la zona de *Santa Ponça*. En esta zona se desarrolla, además, durante el Talayótico una única tradición tecnológica que se materializa esencialmente en la utilización exclusiva de la Fábrica 1. Por otro lado, esta asociación geoquímica entre cerámicas del *Puig de Sa Morisca* y de *Son Ferrer* durante el periodo Talayótico demuestra que existió una importante vinculación entre ambos asentamientos en esta fase. Se puede plantear que, probablemente, la mayoría de las piezas que se han documentado en esta fase en *Son Ferrer* procedían del *Puig de Sa Morisca*.

Las relaciones entre ambos yacimientos durante este periodo se plasman, además de en la cerámica, a nivel espacial. Ambos yacimientos colaboran en la consecución de una concepción del espacio muy cerrado, donde a través de este tipo de hitos arquitectónicos y las relaciones visuales que se establecen entre ellos, se delimita el territorio adscrito a la comunidad. Además, al igual que se observa en la producción cerámica, las relaciones visuales que se establecen a nivel territorial parecen estar centralizadas por el *Puig de Sa Morisca*. Aparte de estar estrechamente conectado con el turriforme escalonado de *Son Ferrer*, este yacimiento organiza toda una serie de relaciones visuales con al menos otros seis yacimientos situados en lugares estratégicos del hinterland con la finalidad de controlar estrechamente el área de captación de recursos y delimitar su área de influencia (Calvo *et al.* 2005, 2006 y 2009).

A tenor de lo comentado, hay que contemplar que las actividades desarrolladas en el turriforme escalonado de *Son Ferrer* pudieron tener importantes implicaciones ideológicas y sociales para las comunidades que habitaron en el *Puig de Sa Morisca* así como en el territorio que a éste se adscribe. Este yacimiento pudo tener implicaciones de este tipo durante un periodo prolongado ya que se suceden diversas reocupaciones del sitio que abarcan desde el Bronce Naviforme al Postalayótico II. Precisamente, coincidiendo, en *grosso modo*, con los periodos de uso de la arcilla del *Comellar de Sa Terra dels Gerrers* (1200-50 BC) durante la prehistoria.

Finalmente, hay que señalar la presencia de dos piezas de este periodo que no han podido adscribirse a la Producción SM-A1. Por un lado, la muestra TSF-1113, se ha agrupado en la Producción TSF-D. Por otro lado, la vasija SM-1351 procedente de la Torre III del *Puig de Sa Morisca*, no ha podido clasificarse en ninguna producción y responde a la Fábrica 1. En estos casos debemos remitirnos a las mismas posibilidades señaladas para las piezas singulares documentadas en el registro del Bronce Final, es decir, son vasijas asociadas a: 1) otras producciones no identificadas dentro del asentamiento. 2) Acciones individuales que se salen de aquellas estrategias productivas que representan la tónica general. 3) Producciones no pertenecientes al asentamiento relacionadas con una distribución regional de los productos. 4) Alfareros itinerantes produciendo en el asentamiento y que portan sus propias materias primas por el territorio.

b) Desgrasantes.

Además de las similitudes químicas entre las cerámicas de ambos yacimientos existe un alto grado de estandarización en la cantidad de calcita observada en los diafractogramas de rayos X ($cv = 0.11$, $n = 9$) y en la cantidad de CaO ($cv = 0.12$, $n = 9$). Al igual que sucedía en el registro cerámico del Bronce Medio y Final, la adición de abundante calcita cristalina en arcillas calcáreas muy finas y plásticas supone la obtención de una cerámica que es, por regla general, muy calcárea (CaO = 37%) y grosera. En las pastas predominan texturas tipo GT-A con abundante desgrasante mineral (15-20%) ordenado de forma seriada y con granos que superan los 800 μm de diámetro. Sin embargo, otras piezas presentan texturas tipo GT-B1 y GT-C3, con cantidades medias de desgrasante mineral (7-10%). Las pastas se muestran bien preparadas y compactadas, los desgrasantes están distribuidos uniformemente por la matriz, lo que denota cierto esfuerzo a la hora de trabajar las pastas.

Se observa un bajo grado de variabilidad en las recetas y los materiales empleados, aspecto que tiene una gran implicación en la textura final de las vasijas. La homogeneidad del registro se debe, además de a la utilización preferencial de la misma materia prima, a la utilización de una misma receta donde se añaden cantidades muy bien estipuladas de desgrasantes, calcita cristalina, a la pasta.

Así mismo, como se verá a continuación, se sigue una estrategia de cocción muy similar en las distintas piezas. Todo ello determina la obtención de unos productos muy similares de modo que, como ocurría en el Bronce Final, prácticamente todo el complejo artefactual de esta fase puede asimilarse dentro de una única fábrica, la Fábrica 1.

Finalmente, al igual que sucedía en dos cerámicas del Bronce Final del *Puig de Sa Morisca*, se documenta una pieza talayótica de *Son Ferrer* (TSF-1117), clasificada en la producción SM-A1, en la que se observa la adición de una cantidad importante (7.6%) de materia orgánica en conjunción con calcita cristalina. Esta cerámica representa otro tipo de soluciones tecnológicas y, por tanto, se ha clasificado dentro de la Fábrica 3, una fábrica con unas características que se generalizarán en periodos posteriores y que se documenta de forma marginal durante época talayótica también en yacimientos como *Son Fornés* (Palomar 2009).

c) Cocción.

La cocción de estas cerámicas es esencialmente reductora (Tablas 20 y 22), constatándose en ocho de las nueve piezas, y mantiene las mismas características que las observadas en el periodo anterior. Si bien se observa un alto control de las condiciones de cocción, las superficies y los márgenes de las cerámicas pueden mostrarse oxidados. Ello podría estar determinado por la colocación de las piezas dentro de la estructura de cocción y por la dificultad que entraña conseguir atmósferas completamente reductoras durante toda la cocción. Este control de la estrategia de cocción se refiere tanto a la TCE, como a la duración y a la atmósfera utilizada, al menos en gran parte del proceso. Las temperaturas se mantuvieron por debajo de 800/850 °C, ya que en los diagramas de rayos X no se observan fases de alta temperatura y los picos de calcita son muy intensos y están bien definidos. Tampoco se observan señales de vitrificación de la matriz y, petrológicamente, únicamente los granos de calcita de alguna pieza muestran indicios de alteraciones térmicas (p. e. SM-1351).

En general, se puede señalar la presencia de estrategias de cocción relativamente homogéneas. Esta mismo tipo de estrategia de cocción también pudo constatararse en las cerámicas talayóticas de *Son Fornés* y de *Sa Talaia de Torrepetxina*, aunque la atmósfera final de cocción de estas producciones se revela altamente variable. En estos yacimientos también se documentó la ausencia de minerales de neo-formación en los análisis de DRX, así como una escasa alteración térmica de los cristales de calcita, lo que confirmó una TCE por debajo de los 800 °C y, más probablemente, por debajo de los 700 °C (Gómez Gras y Risch 1999; Risch y Gómez Gras 2003; Castro *et al.* 2003; Andreu *et al.* 2007; Lull *et al.* 2008: 140).

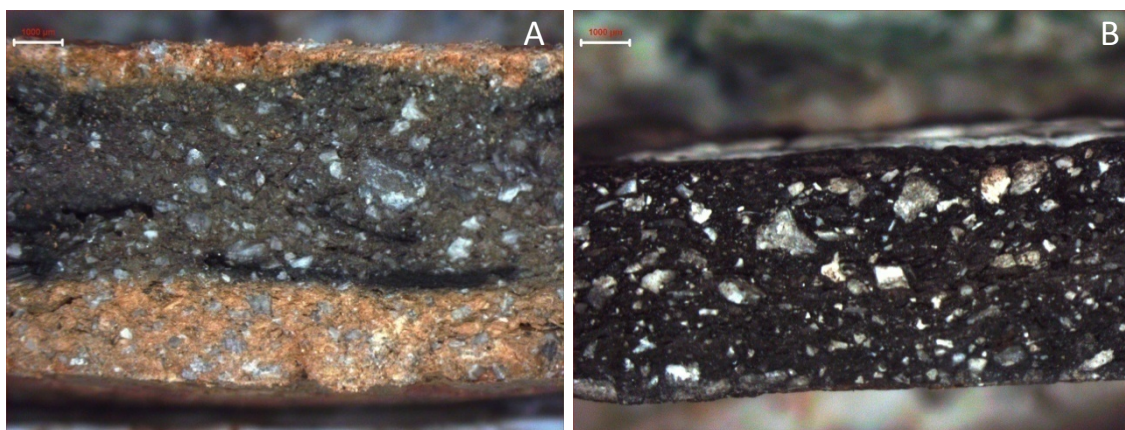


Figura 416. Microfotografías con binocular de dos piezas talayóticas. A) Pieza TSF-1117 mostrando una textura gruesa con abundante mineral y un núcleo reducido con algunas fibras de materia orgánica. B) Pieza TSF-1090 mostrando una pasta reducida, compacta y con abundantes cristales de calcita.

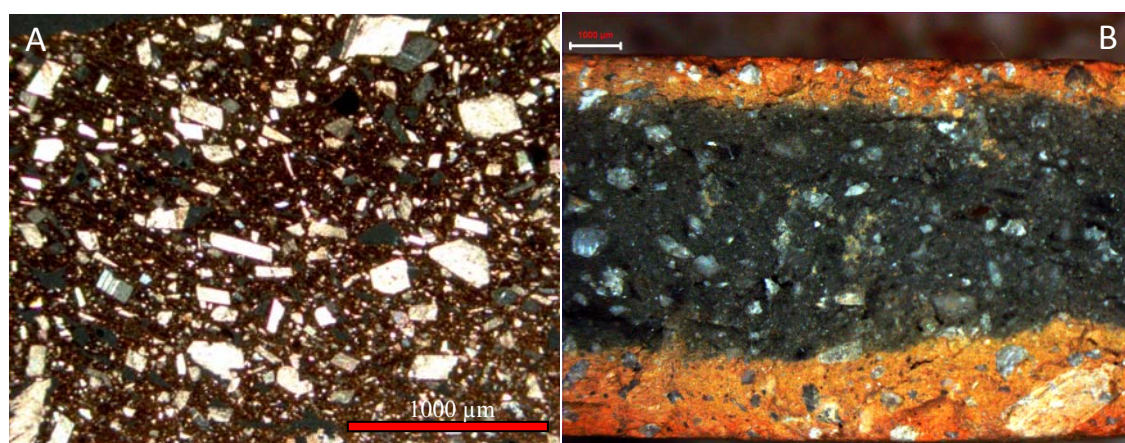


Figura 417. A) Microfotografía de una lámina delgada con nicoles cruzados de la pieza talayótica SM-1351 mostrando una textura gruesa con abundante mineral, reducida, compacta y con abundantes cristales de calcita. B) Microfotografía con binocular de la Pieza SM-683 mostrando una pasta gruesa, compacta y con los márgenes oxidados.

Cuadro 76. Estadísticos descriptivos de variables de las pastas documentadas en época talayótica en *Puig de Sa Morisca* y el turriforme escalonado de *Son Ferrer*.

	N	Media	Desv. típ.
% Fe ₂ O ₃	9	5,13	1,29
% Calcita	9	75,94	8,60
% cc	1	30,00	.
% CaO	9	37,18	4,47
% Mineral	9	13,42	5,14
% Cuarzo	9	5,88	2,70
% Vegetal	8	1,43	2,58

27.4.2. Aproximación a los fenómenos de perduración en las fábricas con calcita cristalina.

Coincidiendo con otros estudios realizados, puede observarse claramente en el registro analizado que el producto cerámico obtenido, y probablemente ciertos aspectos del proceso de fabricación, se muestran muy homogéneos y prácticamente invariables durante un largo lapso de tiempo que supone unos 1000 años. Desde 1500 hasta 550 BC apenas se constata la adición de otros desgrasantes, como chamota o materia vegetal, sino que se observa la consecución de un producto final y una fábrica muy concreta y eficiente, resistente térmica y mecánicamente, muy consistente y duradera (Risch y Gómez Gras 2003; Lull *et al.* 2008: 140).

Si se consideran todas las piezas analizadas adscritas a la Fábrica 1, independientemente de las periodizaciones empleadas tradicionalmente en la prehistoria de Baleares, se observa como el grado de normalización de los niveles de CaO ($cv = 0.15$, $n = 47$) son muy significativos. Lo mismo sucede con el porcentaje de calcita observado en los difractogramas de rayos X ($cv = 0.14$, $n = 40$). Además, los estudios petrográficos y mineralógicos realizados indican la utilización, en todos los casos, de arcillas calcáreas ílíticas muy finas con una alta plasticidad y únicamente la presencia accesoria (3%) de cuarzos y feldespatos muy finos. La elección de recursos arcillosos con unas características determinadas favorece, en gran medida, la consecución de unos productos más parecidos entre sí. Parece ser, en función de lo señalado por otros trabajos, que las arcillas y la calcita se preparaban independientemente y, posteriormente, se añadían el desgrasante y el agua para mezclarla (Gómez Gras y Risch 1999; Risch y Gómez Gras 2003; Lull *et al.* 2008: 138).

Otro aspecto que se ha revelado bastante homogéneo en nuestro registro es el tamaño de los granos de calcita añadidos, éstos eran triturados en un tamaño bastante regular, principalmente en una fracción de arena gruesa (0.5-2 mm). Este mismo rasgo de las producción ha podido observarse en el registro cerámico de otros yacimientos de la isla, donde se observa un tamaño de grano donde predomina la fracción situada entre 0.6 y 1.6 mm (Waldren 1982 y 1991; García Orellana *et al.* 2001; Risch y Gómez Gras 2003; Lull *et al.* 2008).

Para observar si el grado de estandarización constatado en las cerámicas analizadas del área de *Santa Ponça* tiene correspondencia con las cerámicas de otros yacimientos de las islas se ha calculado el coeficiente de variación en los resultados obtenidos a partir de las calcimetrías realizadas por W. Waldren (1991). La finalidad consiste en establecer el grado de variabilidad de los porcentajes de CaCO_3 presentes en peso en las pastas de las piezas analizadas por este autor. Este procedimiento ha permitido constatar que las piezas de esta tradición documentadas en otros yacimientos como *Son Ferrandell-Oleza*, *Son Matge* o *Torrallba d'en Salord*, también muestran un comportamiento normalizado, donde las muestras se ajustan perfectamente, en el histograma realizado, a una curva de distribución normal y el cv es muy bajo ($\text{cv} = 0.20$, $n = 132$).

Todos estos datos están en consonancia con otros datos químicos procedentes de yacimientos de Menorca como *Cala Blanca*, *Biniac l'Argentina*, *Cala Morell*, *Trebalúger*, *Son Mercer de Baix* o *Sa Torreta de Tramuntana* (García Orellana *et al.* 2001) donde el cálculo del cv respecto a la variable % CaO también resultó muy bajo ($\text{cv} = 0.18$, $n = 32$). También, el coeficiente de variación establecido mediante petrografía para 13 cerámicas de esta tradición procedentes de *Son Fornés*, a través del conteo de 300 puntos por lámina, señalan también un alto grado de estandarización de la cantidad de calcita cristalina añadida (Lull *et al.* 2008: 138). Finalmente, el estudio petrográfico de 24 recipientes de *Puig Morter de Son Ferragut* evidenció también un alto grado de estandarización en esta variable (Risch y Gómez Gras 2003).

Englobando todos los datos disponibles del conjunto de 233 piezas analizadas hasta la actualidad en Baleares, entre la bibliografía y este estudio, y adscritas a este amplio periodo (1500-550 BC), se puede señalar un coeficiente de variación muy bajo en variables que evidencian el carácter muy calcáreo de las piezas, al parecer siempre asociado a la adición de altas concentraciones de calcita cristalina.

Cuando ha podido calcularse, el coeficiente de variación se ha observado inferior a 0.20, aspecto que constituye un indicio de una evidente normalización, en al menos algunas de las fases³⁰⁸ del proceso de fabricación, como la preparación de pastas

³⁰⁸ Otros estudios centrados en las fases de modelado y en los tratamientos de superficie en cerámicas talayóticas de perfil completo procedentes de diversos yacimientos: *Es Pedregar*, *Son Fornés*, *Son Serralta*, *Els Antigors*, *Ses Talayes de Can Jordi*, *Son Oms*, *Pula*, etc., revelan también una alta normalización de las acciones realizadas para confeccionar el conjunto cerámico (Lull *et al.* 2008: 153; García Rosselló c. p.).

o la captación de determinados materiales, que condicionan, en gran parte, el tipo de producto final obtenido.

Este tipo de soluciones tecnológicas se reproducen, por tanto, durante un largo lapso de tiempo en ambas islas y en múltiples espacios geográficos. También en yacimientos o contextos con una diversa funcionalidad, estando presente tanto en necrópolis (*Cova des Carritx*, *Cala Morell*, hipogeo de *Son Ferrer*), como en áreas rituales (turriforme escalonado de *Son Ferrer*) y en contextos de hábitat (*Puig de Sa Morisca*, *Son Fornés*, *Closos de Can Gaià*, *Son Ferrandell*, etc.).

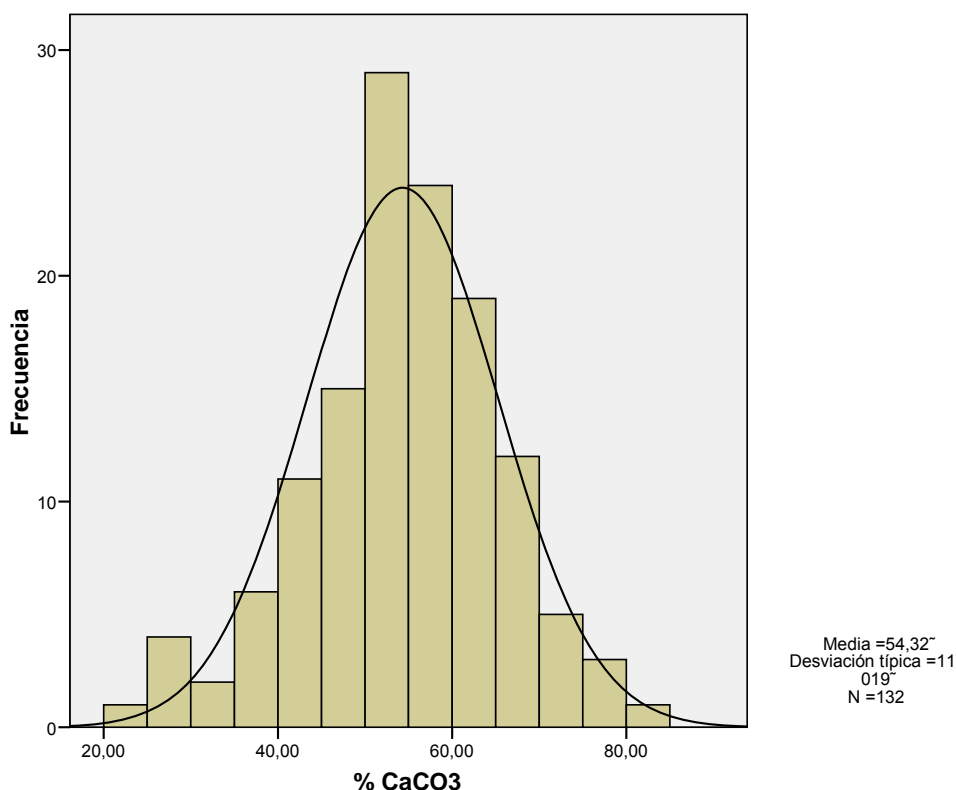


Figura 418. Histograma realizado a partir de las calcimetrías efectuadas en cerámicas del Bronce Medio/Final y época Talayótica por W. Waldren (1991) para diversos yacimientos de las Baleares.

Se puede indicar que todos los estudios realizados en las islas sugieren que la utilización de calcita cristalina³⁰⁹ como desgrasante exclusivo dentro de la producción cerámica constituye una evidencia en la producción cerámica por lo menos a partir del 1600 BC.

³⁰⁹ Señalar que durante la Edad del Hierro se documenta la utilización de calcita machacada en varias zonas y yacimientos del País Vasco: Moru, Morugain, Valle del Deba, Berbeia, Vadegobia, Solacueva, Los Goros y Cueva Iglesia (Álava), y de Navarra y Cantabria (Olaetxea 2000). También se constata en cerámicas de Guipúzcoa (Larrea *et al.* 1999). Durante la II Edad del Hierro se constata su uso en Numancia y Izana (García Heras *et al.* 2001). Finalmente, ya en época romana, la calcita también resulta un desgrasante común en cerámicas del norte de Inglaterra (Gibson y Woods 1990: 112-113, 118).

Su uso se fue generalizando, desde su sólida implantación ya en el Bronce Medio, a partir de 1500/1400 BC, y perduró hasta el final del Talayótico (550 BC), siendo prácticamente el único desgrasante que se utilizó en estos periodos y generando unas pastas con unas características y unas proporciones de materiales muy bien estipuladas. Algunos autores, han planteado que es en este último periodo, en la primera Edad del Hierro, cuando esta tradición alcanza su máximo desarrollo. El uso de este desgrasante se documenta con seguridad en época Talayótica en yacimientos como *Son Ferrandell-Oleza*, *Son Matge*, *Son Ferrer*, *Son Fornés*, *Puig de Sa Morisca*, *Puig Morter de Son Ferragut*, *Torralba d'en Salord*, *Sa Talaia* y *Cap Forma* (Waldren 1982 y 1991; Gómez Gras y Risch 1999; Plantalamor *et al.* 1999; Risch y Gómez Gras 2003; Palomar 2005; Amengual 2006; Albero 2007; Andreu *et al.* 2007; Albero 2008; Lull *et al.* 2008: 135).

En nuestro caso, salvo casos muy concretos (SM-625, CLG-2430, CLG-2755), las vasijas analizadas situadas entre 1500 y 550 BC presentan, sin excepción, este tipo de desgrasante añadido en grandes cantidades en las pastas. Según la estimación realizada en *Son Fornés* (Lull *et al.* 2008: 138), su adición respecto a la masa de arcilla respondería, aproximadamente, a 2/3 partes en volumen o 1:1 en peso. Así pues, se añade este desgrasante intencionalmente a pesar de que, para la consecución de las piezas, pueden utilizarse arcillas naturales relativamente gruesas u otros desgrasantes. Además, este desgrasante se añade en cantidades importantes en piezas como TSF-58 y TSF-59, adscritas al Tipo 11 de la clasificación tipológica establecida, que por su tamaño pequeño no requieren de fábricas tan gruesas para ser modeladas.

Así pues, una vez comprobada la existencia de cierta homogeneización en el registro cerámico y en las soluciones tecnológicas constatadas en estos periodos en las islas, debe plantearse qué significación pudo tener este rasgo de la producción para las comunidades y los individuos que fabricaron y utilizaron estos artefactos.

De este modo resulta interesante señalar que la cerámica, en sociedades a pequeña escala, puede estar estrictamente elaborada para reforzar principios de estructura social (Stern 1989; Pfaffenberger 1992). Ciertos autores constatan etnográficamente la importancia que tiene la tradición cultural dentro de la fase de preparación de pastas cerámicas de distintas sociedades. Ésta condiciona el proceso de fabricación y conlleva la utilización de determinadas recetas, con proporciones de materiales concretos bien estipuladas.

En este tipo de situaciones, cualquier desviación de la tradición por parte de los individuos que forman el grupo puede suponer, mediante diversos mecanismos, la descalificación del objeto producido, utilizado o depositado³¹⁰. En estos casos, donde la estrategia de producción está determinada por la tradición del grupo, el alfarero utilizará determinadas soluciones, consensuadas con el resto de productores, en la búsqueda de unos resultados determinados, conocidos y deseables a la hora de realizar sus acciones (Waldren 1991; Barley 1994: 115).

Este tipo de fenómenos también favorecen la socialización de aquellos individuos que se incorporan a la comunidad. Como señala O. Gosselain (2008: 72) para alfareros de Níger “...*newcomers in a potting community may be ‘gently pressured’ to adopt local norms, especially in contexts where people of low social status work together and try to distinguish themselves from one another...clay processing recipes seem to be widely perceived and used as technical expressions of social and/or communal identity. However, since the knowledge from which symbolic meaning and practices develop is built through experience within the very space where people construct their sense of identity and belonging, processes of technical homogenization operate the micro-scale...is correspondence observed with... self-definition of ethnicity, social status, or geographical affiliation.*”

De este modo, la existencia de pautas comunes en el uso de recetas, técnicas y fábricas que se mantienen durante largos periodos de tiempo en determinados espacios geográficos resultan habituales en las cerámicas de muchas sociedades, en diferentes periodos y lugares³¹¹.

Una vez han sido establecidas, consensuadas y compartidas por las personas que conforman los grupos humanos, las técnicas y los materiales usados en la producción tienden a permanecer estables durante largos periodos de tiempo, puesto que se relacionan estrechamente con determinadas prácticas y experiencias.

³¹⁰ Etnográficamente se observan estrategias encaminadas a castigar a aquellas personas que se salen de la norma productiva del grupo, bien sea despreciando y destruyendo su cerámica, proporcionándole trabajo extra, etc. (Barley 1994: 64; Vidal y García 2009).

³¹¹ Por ejemplo, las piezas observadas en *Hadidi* (Mesopotamia) siguen una mismas soluciones tecnológicas que abarcan desde la Edad del Bronce a la Edad Media (Van As 1984). Este fenómeno se constata también en el campaniforme extremeño (Odriozola *et al.* 2009).

La utilización de una receta determinada se refleja, por tanto, materialmente en la existencia de una escasa variabilidad en el conjunto de los artefactos fabricados. La constatación del grado de variabilidad puede constituir entonces una manera formal de detectar tradiciones tecnológicas así como la existencia de determinados sistemas de transmisión de conocimientos y formas de hacer concretas. En este sentido, se puede señalar que la complejidad técnica que entraña la utilización de pastas muy calcáreas, enriquecidas con calcita cristalina, en lo referente al control de su comportamiento físico-químico durante el proceso de cocción, requiere de perfiles de alfarero relativamente especializados y familiarizados con el uso de estos materiales. Así mismo, el intercambio de estos conocimientos y la generación de estos perfiles exigen de sistemas de transmisión muy cohesionados y sólidos que permitan el mantenimiento de la tradición y la consecución de cerámicas aptas para el uso (Waldren 1991; Druc 1996).

Pensamos que esta estabilidad y homogeneización de la producción cerámica responde, por tanto, a fenómenos muy complejos donde aspectos socioculturales y tecnológicos interaccionan entre sí, ya que, en la *praxis* todos ellos están estrechamente relacionados y forman parte de la misma realidad³¹². Sin embargo, hay que señalar el hecho de que la misma fábrica se mantenga inalterable durante un periodo de tiempo muy prolongado no significa que ésta haya sido conceptualizada igual por los artesanos y los usuarios de la misma en los distintos momentos en los que estuvo vigente. Las elecciones tecnológicas no deben entenderse en términos estáticos e inamovibles sino que deben tratarse como algo dinámico, mutable y, como sucede en cualquier sociedad, en constante proceso de construcción y cambio. Mediante la cultura material los individuos, con su conducta activa y sus acciones conscientes e inconscientes, deciden su identidad y su forma de organizar el mundo futuro. En este proceso unas elecciones tecnológicas entran en diálogo con otras, se relacionan con otras formas de hacer y de reaccionar ante el entorno natural y social. En este sentido, la cerámica, por su maleabilidad, supone un soporte muy propicio para este tipo de manifestaciones (Barley 1994; Jones 2004; Koriakova 2006).

³¹² Este aspecto puede observarse la alfarería de *Pòrtol* (Mallorca) donde la producción y los rasgos del producto final son muy estables y van ligados desde a aspectos funcionales y técnicos, a otros que responden a la organización de la producción y de la sociedad en su conjunto (Albero y Puerta 2009).

En definitiva, la existencia de estas tradiciones bien estipuladas implica un fenómeno compartido por un colectivo durante un periodo de tiempo y en espacios determinados, pero ello, no significa que éste sea experimentado, percibido, observado y transmitido de la misma manera en un momento u otro o por un individuo u otro (Dornan 2002; Koriakova 2006; Tilley 2006).

Atendiendo a esta fenomenología debemos situar a elecciones tecnológicas que se salen de la norma, como las observadas en la minoritaria Fábrica 3. También dentro de la propia Fábrica 1 se van produciendo algunos cambios a lo largo de los periodos en los que ésta está vigente. Por ejemplo, los estudios de W. Waldren en cerámicas de la zona de *Valldemossa* demostraron que durante el Talayótico se producía un ligero aumento de la cantidad de CaCO_3 del 17% respecto del Bronce Naviforme (Waldren 1991). Así pues, ya se ha planteado que se pueden producir ligeras variaciones en el tiempo y el espacio en la composición de las recetas que se manifiestan en la cantidad de calcita añadida. En nuestro caso, no han podido registrarse diferencias en las cantidades de calcita de los distintos periodos estudiados a los que se asocia la Fábrica 1, pues la producción se ha mostrado en todos ellos muy estandarizada. Únicamente, como se tratará posteriormente, se documenta un ligero aumento y una mayor presencia de casos atípicos en época Postalayótica.

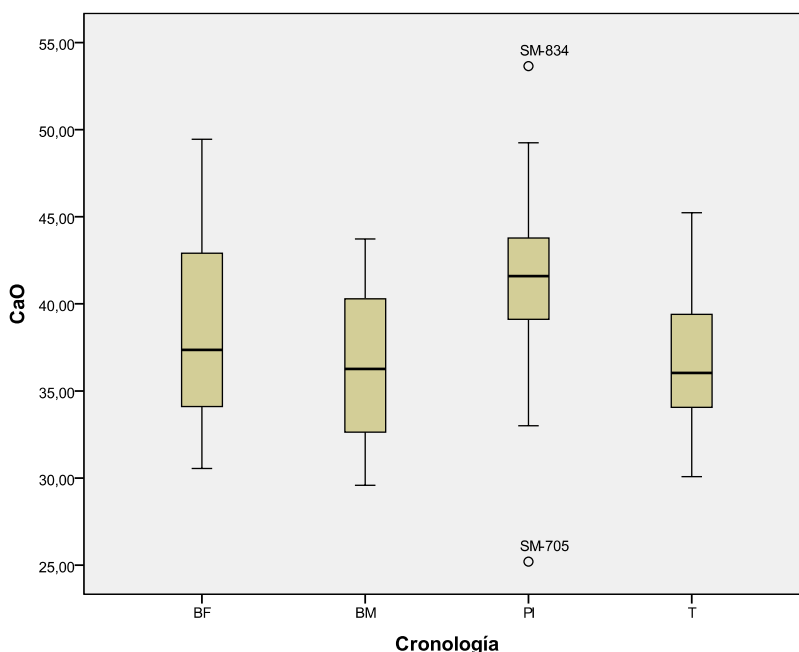


Figura 419. Diagrama de cajas mostrando la mediana y los valores máximos y mínimos de la variable % de CaO en las piezas de la Fábrica 1 según los diferentes periodos.

En definitiva, a pesar de que pueden producirse ligeras variaciones en las pautas de conducta, en las épocas en las que este desgrasante se añade en exclusiva a las cerámicas se observa como la calidad técnica de las piezas es, en términos generales, homogeneizada. Ello, probablemente, sea un indicio de un sistema de fabricación muy similar en sus diferentes unidades productivas (Waldren 1991).

A continuación, se va a realizar una aproximación al contexto histórico en el que se desarrolla la producción con el objetivo de poder abordar, en mejores condiciones, la forma en la que ésta se pudo organizar. Ello permitirá afrontar en qué modo pueden estar relacionados los fenómenos abordados hasta ahora con otros aspectos de la cultura material propia de las sociedades talayóticas.

27.4.3. Marco histórico.

Durante el tránsito entre el Bronce Final y la Edad del Hierro se producen profundos cambios estructurales en las comunidades humanas que habitaron la isla que, como se ha visto, no tienen correlación con lo que se observa en la cerámica. Hay que señalar que la transición de la sociedad naviforme a la talayótica estará marcada, a nivel biogeográfico, por un episodio frío que se sucede entre 900/850 hasta el 500 BC con un empeoramiento de las condiciones meteo-marinas y del clima, que se caracteriza por temperaturas más bajas y una marcada aridez (Guerrero *et al.* 2006: 19; Guerrero 2007 y 2008). Los cambios que se constatan en la cultura material entre 1000-850 BC han sido ampliamente abordados por la bibliografía desde múltiples perspectivas³¹³ y pueden sintetizarse en:

a) Cambios en el urbanismo y la arquitectura.

El tránsito de la Edad del Bronce a la Edad del Hierro evidencia el abandono, tanto en Mallorca como en Menorca, de poblados naviformes y la fundación de nuevos asentamientos talayóticos, muchos de nueva planta y amurallados.

³¹³ Se han utilizado diversas posiciones teóricas para interpretar esta transición entre el Bronce Final y la Edad del Hierro, desde la llegada de poblaciones foráneas (Plantalamor y Rita 1984; Plantalamor 1991, 1997: 354) hasta un desarrollo interno, una síntesis sobre esta discusión puede consultarse en Calvo y Salvá (1997: 39), Salvá (1999), Aramburu (1998: 72), Lull *et al.* (1999 y 2008) y Calvo (2009).

Nuevos poblados con este esquema conceptual lo constituyen yacimientos como *Can Daniel Gran*, *S'Illot*, *Son Oleza*, *Puig de Sa Morisca*, *Ses Paises*, *Els Antigors*, *Son Fornés*, *Son Ferrandell-Oleza*, *Puig Morter*, etc. En estos poblados amurallados, las estructuras se organizan en torno a ciertos elementos de carácter monumental como los turriformes y los talayots e incluso las propias murallas, que delimitan el ámbito urbano y social del poblado. La ausencia de algunos elementos defensivos en las murallas se ha relacionado con una significación simbólica de las mismas, de cohesión social y ceremonial más que defensiva. Esta visión plantea una estrecha relación de la arquitectura con mecanismos de identidad y función social, en la que la arquitectura monumental se revela claramente planificada obedeciendo a una serie de patrones estables y compartidos y a unas necesidades sociales conocidas de antemano (Waldren 1982; Chapman 1994: 347; Guerrero 1994; Plantalamor 1997: 370; Castro *et al.* 1997; Hernández 1998; Guerrero 1999: 32, 41; Lull *et al.* 1999: 59; Lull *et al.* 2001; Castro *et al.* 2002b; Gornés *et al.* 2004; Hernández y Aramburu 2005; García Rosselló *et al.* 2007; Guerrero *et al.* 2007).

Algunos asentamientos naviformes se amoldan a este nuevo esquema, como *Son Oms*, *S'Illot*, *Son Mercer* o *Es Figueral de Son Real*, donde no se observa un abandono de los sitios en el Bronce Final y éstos perduran ajustándose a los nuevos esquemas arquitectónicos y urbanísticos vigentes en la primera Edad del Hierro. En estos yacimientos se constata la construcción de elementos arquitectónicos de alto contenido simbólico, como talayots o turriformes, sobre las unidades domésticas de la Edad del Bronce (Rosselló y Camps 1972; Plantalamor y Rita 1984; Delibes y Fernández-Miranda 1988: 179; Aramburu y López 1996; Coll 1997; Calvo y Salvá 1997: 56; Plantalamor 1997: 355, 370; Lull *et al.* 1999: 59, 61; Salvá 1999; Calvo *et al.* 2001: 52; Castro *et al.* 2002b; Guerrero *et al.* 2006: 18-25).

Este es el caso del turriforme escalonado de *Son Ferrer* que se sitúa sobre un hipogeo de enterramiento del Bronce Naviforme Inicial y un área ritual del Bronce Final (Calvo *et al.* 2005). También del *Puig de Sa Morisca* que, al igual que se ha constatado en *Ses Paises* (Hernández y Aramburu 2005), se sitúa sobre un paleosuelo del Bronce Final (Guerrero 2003; Guerrero *et al.* 2007c). Los indicios de frecuentación, durante el Bronce Final, de enclaves que luego se convertirán en asentamientos talayóticos, indica que, probablemente, los pobladores ya estaban familiarizados con los recursos de las zonas que ahora se habitan más intensamente.

Estos fenómenos podrían indicar que existe cierta perduración y continuidad, es decir, se aprovechan y reinterpretan algunos esquemas procedentes de las sociedades del Bronce que pueden constituir los ancestros más directos de las comunidades talayóticas que ahora se configuran.

En definitiva, se abandona sobre 1000/800 BC, la arquitectura ciclópea monumental de tipo doméstico que pasa a utilizarse sólo en ambientes suntuarios, con la construcción de talayots, turriformes y lienzos murarios (Guerrero *et al.* 2006: 25-27). Este fenómeno, donde existe una clara diferenciación entre el espacio social y el espacio doméstico, se habría iniciado como se ha señalado ya, tal vez, durante el Bronce Final. Estos cambios en la organización del espacio de los asentamientos se han asociados a diversos motivos como el crecimiento demográfico, ya evidenciado en el Bronce Final, que habría generado un proceso de concentración de la población, primero en asentamientos navetiformes y, posteriormente, en poblados talayóticos. De todos modos, a juzgar por las dataciones obtenidas de los últimos momentos de ocupación de *Closos de Can Gaià*, *S'Illot*, *Son Mas* o *So Na Caçana*, situadas entre 1000-800 BC, parece ser que todos estos procesos de cambio pudieron producirse en un momento en el que los navetiformes seguían activos (Aramburu 1998; Calvo y Salvá 1999; Guerrero 1999: 39; Pons 1999; Lull *et al.* 1999: 54-55; Castro *et al.* 2002b; Hernández y Aramburu 2005; Guerrero *et al.* 2007c; Guerrero 2008).

b) Cambios en la concepción del espacio.

Los esquemas de racionalidad del territorio pasan de una concepción abierta, característica de la Edad del Bronce, donde la territorialidad resulta poco perceptible en el conjunto del hinterland, a una concepción cerrada donde el área de captación está estrechamente demarcada mediante la creación de un entramado de yacimientos de tipologías concretas, esencialmente turriformes, plataformas escalonadas y talayots, ubicados estratégicamente en determinados puntos y especialmente por la periferia del territorio. Esta red de asentamientos diseminados por el hinterland supone un soporte adecuado para crear una serie de redes visuales que permiten ejercer un estrecho control sobre la adscripción y la explotación del espacio, aumentando, sensiblemente, el sentido de la territorialidad. Este fenómeno ligado con la concepción del espacio ha sido relacionado por J. Aramburu como una respuesta al crecimiento demográfico expuesto

anteriormente (Aramburu 1998; Pons 1999; Guerrero 1999: 33; Salvá 1999; Hernández y Aramburu 2005; Calvo *et al.* 2005; Albero 2006; Guerrero *et al.* 2006: 18, 35-39; Guerrero *et al.* 2007c; Calvo 2009; Calvo *et al.* 2009).

c) Cambios en las dinámicas de contactos externos.

Alrededor de 850 BC se documenta el declive de la red de asentamientos costeros que se había configurado durante el Bronce Final, aunque algún asentamiento, como el *Puig de Sa Morisca*, se mantendrá dentro de las nuevas redes de intercambio. Este declive parece ir relacionado con el desmembramiento de las redes de intercambio que estuvieron en activo durante la Edad del Bronce y con una disminución de los contactos externos. Las causas de esta desestructuración hay que buscarlas en el establecimiento de nuevas redes comerciales bien instituidas desde 900/800 BC por los fenicios en el Mediterráneo Occidental. Este fenómeno habría afectado contundentemente a antiguas redes de intercambio con la fundación de nuevos enclaves como *Cartago*, *Acinipo*, *Gadir* o *La Fonteta* que muestran una intensa actividad tras su fundación. En lo que se refiere a las Islas Baleares, la ocupación fenicia de Ibiza, hacia 850/800 BC, parece haber tenido especial relevancia en este proceso de desmembración y sustitución de los contactos externos afectando indirectamente a Mallorca y Menorca (Guerrero *et al.* 2002; Guerrero 2003; Guerrero *et al.* 2007c; Guerrero 2008).

Es este nuevo contexto el que permite explicar la continuidad del *Puig de Sa Morisca* y permite señalar que el área geográfica de *Santa Ponça* se mostró muy susceptible de recibir y adoptar nuevas ideas y materiales. Es en este yacimiento donde se localizan las primeras evidencias de objetos fenicios en contextos indígenas mallorquines, como una punta de flecha con arpón de la forma 1.4.A (Ramón 1983), cuentas de pasta vítrea gallonada azul turquesa y un escarabeo fenicio cuyo contexto se ha datado mediante radiocarbono entre 900 y 790 BC (Guerrero *et al.* 2002). En este sentido, se ha observado que el tránsito a la sociedad talayótica coincide con el inicio y la consolidación del asentamiento fenicio en el Mediterráneo Occidental. Si bien, hay que señalar que la interacción desarrollada entre indígenas y poblaciones fenicias no tuvo las mismas repercusiones que en el continente ya que, en las islas, no se asiste a un periodo orientalizante como el observado en las sociedades del sur peninsular.

Los contactos con el mundo fenicio-púnico no se intensificarán en las islas hasta el siglo V-IV BC, es decir en época postalayótica. Por el contrario, en un primer momento, entre los siglos VIII-VI BC, probablemente por la ausencia de metales en las islas y por su innecesaria incorporación como escala costera hacia occidente, los intercambios parecen reducirse a bienes exóticos como metales³¹⁴, marfil y fayenza (Guerrero *et al.* 2002; Guerrero y Calvo 2003; Guerrero 2004; Fernández y Costa 2006: 59, 85; Guerrero *et al.* 2006: 135-145).

d) Aumento demográfico.

En este momento, el incremento del número de asentamientos de nueva planta y la concentración de la población en poblados talayóticos, muchos de ellos de gran envergadura, así como la constatación del desarrollo de estrategias de control efectivo del territorio, parecen indicar que este proceso de aumento demográfico tiene su máxima eclosión. Es en la primera Edad del Hierro, en época talayótica, cuando culmina este proceso de incremento poblacional (Castro *et al.* 1997; Aramburu 1998; Albero 2006; Calvo *et al.* 2006).

Tratar este fenómeno resulta fundamental ya que se han interpretado los rasgos de la producción de cerámica talayótica asociados al crecimiento demográfico. Como ya se señaló anteriormente, esta interpretación, de corte *ecológico cultural*, es precisamente la que se ha venido realizando desde los años 80 para explicar las soluciones tecnológicas de la cerámica talayótica, donde predominan las fábricas con calcita cristalina (Waldren 1982 y 1991; Lull *et al.* 2004; Andreu *et al.* 2007; Lull *et al.* 2008: 140).

Como se ha comentado anteriormente, W. Waldren explica la introducción de calcita en las pastas ligadas al crecimiento demográfico y, por tanto, a una producción dirigida a satisfacer una mayor demanda de cerámica. El incremento de la escala de producción habría comportado la necesidad de una producción más rápida y económica que, a su vez, dañara lo menos posible el entorno ecológico. De esta forma, W. Waldren señala que la utilización de calcita en las pastas comporta necesariamente una reducción de la temperatura de cocción lo que beneficia el ahorro de combustible.

³¹⁴ Los objetos metálicos que han venido a delimitar este rango temporal son, principalmente, armas: espadas y puñales, puntas de lanza o de jabalina, puntas de flecha, espadas y puñales de antenas (Balaguer 2005: 333).

Según él, esta estrategia permite el establecimiento de cierto equilibrio con el entorno y permite no aumentar el coste de producción si hay que producir más piezas.

e) Cambios en los rituales de enterramiento.

Los patrones funerarios del Naviforme III reflejan unas diferencias substanciales respecto a las tradiciones funerarias que se documentarán a partir del c. 850-800 BC en la cultura talayótica de Mallorca. Por un lado, se abandonan entre 850-800 BC algunas necrópolis que estaban en activas en el Bronce Final, como *Cova des Carritx* o *Cova des Pas*. Por otro lado, se constata un vacío en las prácticas funerarias, éstas no se documentan apenas entre 850-650 BC (Lull *et al.* 1999: 60). Las escasas evidencias remiten a diferencias que afectan a los contextos funerarios de la isla, constatándose la utilización de espacios y estrategias variadas. Se observa la utilización de abrigos y cuevas naturales (p. e. *Son Matge*, *Son Boronat*, *Son Maimó*), cuevas artificiales y, finalmente, necrópolis como *Son Real* donde se documenta una estrategia funeraria que reproduce elementos arquitectónicos con un importante componente social y simbólico, como los navetiformes o los talayots (Guerrero *et al.* 2006: 98-105).

Respecto al ritual de enterramiento, se documenta el mantenimiento de inhumaciones colectivas junto con la aparición de nuevos rituales, entre los que se pueden destacar los de inhumación colectiva con deposición de cal, o las inhumaciones individuales o semi-colectivas en contenedores funerarios arquitectónicos como ataúdes. Finalmente, en este periodo se observa un incremento y una mayor variedad en las ofrendas y los ajuares que permiten intuir algunas diferencias cuantitativas y cualitativas en el tratamiento funerario de los inhumados. A diferencia de épocas anteriores, los ajuares tenderán a centrarse más en el individuo que en actuaciones de carácter colectivo (Guerrero *et al.* 2006: 27, 88; Guerrero 2008).

e.1) Ritual de inhumación colectiva con deposiciones de cal.

En nuestro caso, al margen de las evidencias sociales que revelan estos cambios en el ámbito funerario, vamos a centrarnos en el ritual de inhumación colectiva con cal dada la similitud de los materiales y de los conocimientos requeridos que vinculan esta actividad en estrecha relación con la producción de cerámica. Como ya se señaló, el desarrollo de técnicas y conocimientos comunes entre diversas tecnologías, artes y oficios constituye un aspecto a considerar a la hora de interpretar el registro y establecer fenómenos de agencia en los materiales (Matson 1989).

El ritual de inhumación colectiva con deposiciones de cal en diferentes capas conforma uno de los rituales más extendidos y específicos de la cultura talayótica. Supone un ritual propio de las Islas Baleares, sin paralelismos claros fuera de las islas. Presenta una larga secuencia cronológica que iría desde unos pocos yacimientos ubicados en la *Serra de Tramuntana* que podrían ubicarse a partir del *c.* 800-650 BC hasta una progresiva generalización a partir del *c.* 300 BC, cuando abarcaría a muchos más yacimientos con una amplia dispersión geográfica. Este ritual se convertirá en uno de los más generalizados, abarcando cerca de un 40% de los yacimientos funerarios de época talayótica y postalayótica (Coll 1989). El caso más cercano conocido, situado a 9.5 km de la zona estudiada, lo constituye la cueva postalayótica de *Son Bosc* (Ensenyat 1981). Sin embargo, su utilización resulta generalizada en yacimientos como *Son Maimó*, *Son Matge*, *Sa Cometa des Morts*, *Son Maiol*, *Son Gallard*, etc. (Ensenyat 1981; Guerrero 1984; Coll 1989; Lull *et al.* 1999: 60; Guerrero *et al.* 2005; Guerrero *et al.* 2006: 89-98; Guerrero *et al.* 2007).

Se puede señalar, que la utilización de cal viva en ambientes funerarios se revela una actividad no productiva en términos biológicos y, parece relacionarse más con una estrategia social. Por tanto, no se explotan todas las posibilidades y propiedades de la cal, sino que su utilización se restringe exclusivamente a un ámbito de utilización funerario, simbólico³¹⁵ e ideológico (Guerrero *et al.* 2007).

³¹⁵ Para J. Coll (1989:579) el color blanco de la cal debería tener algún significado, posiblemente relacionado con la limpieza, la pureza, o el acercamiento a la divinidad. En nuestra opinión este fenómeno podría trascender a la cerámica, donde los cristales de calcita tanto sobre fondo reducido como oxidado, proporcionan una visualización evidente del color blanco. Al mismo tiempo, la utilización de materiales muy calcáreos proporciona pastas de gamas más claras a las vasijas.

Si se considera que la tecnología, los materiales y las técnicas utilizadas por las personas implican también a fenómenos simbólicos, rituales y mágico-religiosos (Pfaffenberger 1992), y también que las personas formalizan una intensa relación conceptual con los materiales que utilizan, puede plantearse, a modo de hipótesis, una interacción importante entre las sociedades del Bronce y del Hierro mallorquinas y las rocas calizas.

Por una parte, este tipo de rocas se utilizaron en la construcción de una arquitectura monumental, desarrollada con fines claramente sociales y simbólicos. Como se ha visto, parece ser que este proceso se implantó de manera relativamente sincrónica a la utilización de calcita machacada en las cerámicas. Por otro lado, se puede asegurar que en época talayótica, cuando los niveles de calcita añadida son muy altos y la producción cerámica está claramente homogeneizada, se documenta el inicio de la utilización de cal viva en el ritual funerario, hecho que ha sido interpretado también con fines sociales.

Como se ha señalado, la utilización de calcita es usual en cerámica desde al menos el Bronce Medio, desde entonces, los alfareros habrían controlado eficientemente las reacciones físico-químicas que experimenta este material, especialmente sus alteraciones térmicas. Ello sugiere que existe un alto grado de conocimiento de las diferentes fases por las que pasa este mineral, por ejemplo, de su transformación en óxido de calcio. Las materias primas y las técnicas de cocción utilizadas en la obtención de cal y en la cerámica podrían ir relacionadas³¹⁶. Para obtener cal con medios rudimentarios se habrían podido utilizar estructuras de superficie o en fosa donde las piedras, al igual que sucede con las cerámicas, se apilaban y se cubrían con combustible y tierra dejando algunas entradas de aire como tiro (Ensenyat 1981: 144). Ello denota una posible relación tecnológica entre la fabricación de cal y de cerámica que no se reduce sólo a los materiales utilizados, sino que comprende también a las técnicas de cocción. Desgraciadamente, como sucede en cerámica, no se han hallado indicios de los espacios y las estructuras que pudieron estar destinados a tal actividad.

³¹⁶ Etnográficamente se documenta, en la región de *Farib* (Afganistan), como los alfareros suelen conseguir cal para el autoabastecimiento al mismo tiempo que realizan la cocción de cerámica. Ello se realiza insertando pequeñas piedras calcáreas en el horno (Matson 1989).

Puede existir, por tanto, una conexión entre este conocimiento y la aparición de un nuevo ritual de enterramiento a inicios de la Edad del Hierro, los enterramientos en capas de cal. La obtención de la cal, si bien no requiere una tecnología muy avanzada, necesita de unos conocimientos específicos que, sin lugar a dudas, las comunidades talayóticas habrían adquirido y dominado perfectamente, probablemente, a través del empleo de recetas y técnicas ancestrales propias de la fabricación de cerámica. En estas recetas, este desgrasante podría haber adquirido ya una significación simbólica vinculada con la importante función del mismo como agente capaz de reforzar lazos de identidad y la cohesión social. Este tipo de significados podrían haber sido transferidos a los materiales utilizados en el ritual funerario.

Este ritual se relacionaría con la deposición intencionada de cal y con la correspondiente destrucción de los cuerpos debido a sus propiedades reactivas. El resultado final es que, tanto objetos como cuerpos, aparecen muy deteriorados y absolutamente inservibles, culminando ello en un ritual de destrucción en el que cualquier tipo de diferencia existente entre los individuos en vida queda anulada.

El ritual de inhumación de cal no sólo supone un sistema de enterramiento común a toda la comunidad, como parece observarse en *Son Matge* (Waldren 1982), sino que, a su vez, supone toda una serie de prácticas previas que requieren de un importante esfuerzo comunal. Según los cálculos realizados por Waldren y Strydonck (1995), cada individuo de este yacimiento habría necesitado alrededor de unos 130 kg de cal para su ritual de enterramiento. La obtención de cal evidencia, entonces, un complejo proceso operacional que abarca desde la obtención de grandes cantidades de combustible y de materia prima mineral, hasta una estrategia de cocción, transporte y almacenamiento de la cal obtenida. En estas fases pudieron participar individuos con perfiles muy similares entre ambos tipos de producciones, especialmente el perfil relativamente especializado de los individuos encargados de realizar la fase de cocción pudo ser muy parecido en la producción de cal y en la de cerámica muy calcárea, pudiendo existir ciertos conocimientos compartidos.

En este sentido, se puede señalar una contradicción entre estos datos con el planteamiento *ecológico cultural*, generalizado entre los investigadores, utilizado para la interpretación de las soluciones observadas en la producción de cerámica talayótica. Ésta se fundamenta en el ahorro energético, sin embargo, la manufacturación de cal viva requiere, a la escala que se ha observado en la isla, de grandes cantidades de combustible y temperaturas por encima de 850 °C durante periodos de tiempo prolongado. Existen múltiples estrategias para producir cal sin demasiada dificultad, pero su producción implica la capacidad de cocer cantidades sustanciales de materiales a temperaturas altas (Kingery 1984). En la antigüedad, la producción de óxido de calcio a pequeña escala, según las necesidades, era habitual. Este tipo de producción se ve favorecida por las cualidades del producto, ya que la cal viva tiene una vida de uso limitada, incluso almacenada en condiciones aptas. De esta manera, se ha documentado etnológicamente como la población de la región estudiada no tenía demasiados problemas para fabricar cal con escasos recursos y utilizando materiales locales (Albero *et al.* 2010).

La complejidad técnica del proceso de obtención de cal y el tiempo requerido para ello hacen pensar que, probablemente, como podría haber ocurrido con la producción cerámica, las comunidades prehistóricas produjesen cal de manera comunal. En este sentido, se puede plantear que se realizasen producciones más o menos importantes de cal en beneficio de toda la comunidad en determinadas épocas del año, tal vez coincidentes con los periodos de deposición de los inhumados y de mayor producción de vasijas, que serían redistribuidas con la muerte de los individuos. Todo ello exigiría de cierta planificación y un esfuerzo colectivo, tanto en lo que se refiere al proceso de producción como al transporte y al almacenaje del producto.

La semejanza en el tratamiento de las inhumaciones también evidenciaría, al igual de lo que se deduce en la cerámica, un tratamiento muy homogéneo de todos los miembros de la comunidad³¹⁷.

³¹⁷ Únicamente algunos objetos con una gran carga simbólica, como las armas, se depositan en asociación a unos pocos individuos, éstos marcarían las pocas diferencias sociales observadas dentro de la comunidad. Esta estrategia comunitaria contrasta con otras tradiciones funerarias de esta fase, en la que se observan marcadas diferencias en el tratamiento que reciben distintos miembros de la comunidad. Un ejemplo sería el excepcional caso de Son Real, donde la diferenciación afecta tanto al ajuar depositado como al tipo de construcción arquitectónica, donde únicamente se inhuman un sector específico y privilegiado de la comunidad (Coll 1989; Hernández 1998).

Finalmente, como sucede con las fábricas que utilizan calcita cristalina, el ritual con cal tiene una larga perduración. Los primeros indicios se deben situar entre el c. 850-750 BC y perdura hasta el cambio de era, es decir más de 700 años. Como sucede con la cerámica, se trata de una tradición tecnológica generalizada, tanto territorial como temporalmente, lo que refleja un alto grado de perduración y de resistencia al cambio.

27.4.4. Conclusiones: La producción cerámica en época talayótica.

27.4.4.1. Cambio y continuidad en la cerámica durante época talayótica.

En lo que se refiere a las cerámicas observamos que todos estos profundos cambios en la sociedad, en su forma de organizarse y en su estilo de vida, no tienen un reflejo directo en las pastas³¹⁸. Como han señalado Calvo y Salvá (1997: 31), las cerámicas de esta fase son “...l’element que més clarament presenten una continuïtat tècnica i formal”.

En este sentido, es interesante constatar cómo, a pesar del abandono de ciertas formas o proporciones métricas, en la producción de cerámica las técnicas pueden presentarse invariables ante ciertos cambios estructurales (Balfet 1984). En algunas ocasiones, cambios en la estructura social no tienen un reflejo directo en la tecnología cerámica, ello sucede porque la sociedad mantiene algunos de sus rasgos originales (García Rosselló 2008: 63).

Como sucede en el ámbito del Noreste Peninsular (Clop 2007), una visión diacrónica de lo que sucede en Mallorca, sugiere que la utilización de calcita machacada no está confinada a prácticas específicas de culturas tradicionales, como puedan ser el Bronce Naviforme o el Talayótico, tan utilizadas en el discurso explicativo. En cambio, estas prácticas están mejor relacionadas con la permanencia, durante largos periodos de tiempo, de formas de producción y tradiciones específicas en determinadas áreas geográficas³¹⁹.

³¹⁸ Lo mismo sucede con otras producciones locales como las técnicas ciclópeas en la construcción (que mantienen una importante carga simbólica, social y visual), la metalurgia, la industria lítica o la ósea, que no experimentaron cambios sustanciales en el tránsito entre el Bronce Final y el Talayótico (Andreu *et al.* 2007). Todo ello podría indicar la perpetuación de determinados tipos de organización de la producción y de unos sistemas de transmisión de conocimientos que permanecen relativamente inalterados.

³¹⁹ Por ejemplo, la continuidad de amplios rasgos del registro material también ha podido documentarse en el tránsito entre el Bronce Final y la I Edad del Hierro en el ámbito del Mediterráneo Francés (Dietler 1997).

A pesar de que no cambiaron los rasgos de las cerámicas y los de otros materiales, sí hay evidencias de qué se produjeron diversos cambios entre las sociedades del Bronce Final y época talayótica. De este modo, muchas veces las técnicas pueden no corresponderse con situaciones de cambio cultural, sino que parecen relacionarse más con fenómenos de resistencia (García Rosselló 2007a y b, 2008: 49).

Diversos estudios (Capel *et al.* 1982; Clop 2007), señalan lo inadecuado, muchas veces, de tratar de entender determinadas tradiciones tecnológicas cerámicas que presentan una gran continuidad a partir de diferentes momentos culturales. Estos autores sugieren que, a menudo, las diferencias en las cerámicas deben relacionarse más con tradiciones tecnológicas locales que presentan diferentes grados de duración y relación cultural que con su pertenencia a una fase cultural u otra. Ello exige de dos planteamientos simultáneos, por un lado, debe observarse en un sentido global el desarrollo que tienen determinadas formas de hacer en determinados contextos locales, independientemente de los periodos que ello comprenda. Ello proporciona un hilo conductor que permite explorar el papel de la tecnología en los procesos históricos y en los procesos de cambio. Por otro, deben contemplarse esas formas de hacer, comunes en distintos periodos, dentro de las especificidades socioculturales que representa cada uno de ellos, donde la tecnología, atendiendo a determinados procesos históricos y su vertiente más dinámica, cobra su razón de ser.

Ello conlleva, en el caso concreto que nos atañe, observar qué continuidades se producen en la cerámica de época talayótica respecto a las cerámicas del Bronce Final, por otro, qué rupturas se constatan en la estrategia cerámica. Todo ello proporciona un marco con el que abordar el modo en el que estructuras sociales y productivas de periodos anteriores son reaprovechadas y reinterpretadas a diferencia de otras que son desechadas y sustituidas por otras nuevas que responden a unas nuevas dinámicas y necesidades de los individuos.

En este sentido, ya se ha hablado de ciertos fenómenos de perduración entre ambos periodos en los que se refiere a las materias primas y las técnicas empleadas en la preparación de pastas, a las técnicas de cocción y al tipo de producto final obtenido. Si bien hay una clara continuidad en estos aspectos, se producen en la cerámica algunos cambios tipológicos que sí coinciden con los comentados anteriormente para otras dimensiones de la cultura material de época talayótica.

Como se ha señalado anteriormente, en Baleares parece haberse desarrollado en distintos momentos una clara vinculación estilística entre formas, tipos y pastas. En el Bronce Medio ya se indicó un profundo cambio formal en las cerámicas que afectaba tanto a su pasta como a su tipología. De este modo, en el periodo talayótico, si bien no se produce un cambio en las pastas, sí se documenta un cambio en las formas cerámicas que se fabrican³²⁰. Ello podría indicar que pastas y tipos responden fenómenos distintos dentro de la cerámica, teniendo distinto calado y una perduración variable dentro de los procesos de materialización de la tradición cultural, la identidad o la ideología, así como de los gustos, las modas o el sentido estético.

Según algunos autores (Díaz-Andreu 1996; Guerrero *et al.* 2007; Lull *et al.* 2008: 165), el cambio tipológico constatado en época talayótica fue profundo, afectando a todo el repertorio cerámico, aunque se mantuvieron marginalmente algunas tipologías documentadas en el Bronce Final, como los vasos troncocónicos y las vasijas carenadas. A continuación se procede a exponer brevemente los tipos cerámicos establecidos para época talayótica, resultando evidente un cambio formal respecto a las piezas del Bronce Naviforme. La clasificación tipológica y morfométrica realizada para cerámicas del Talayótico por Lull *et al.* (2008) permite definir los siguientes tipos:

- a) Tipo 1 (Ollas pitoides): Son los vasos más grandes, tienen cuerpo de tendencia ovoide y borde exvasado, presentan elementos de presión verticales.
- b) Tipo 2 (Ollas ovoides): Forma definida por el punto de inflexión en el cuerpo superior de la pieza, de tendencia abierta con una base con diámetro más parecido a la boca, serían más estables que el Tipo 1.
- c) Tipo 3 (Ollas esféricas): Son recipientes de tamaño pequeño o mediano, poco esbeltos y estables donde el diámetro máximo se sitúa en el cuerpo medio y la boca es cerrada.

³²⁰ Este mismo proceso se documenta entre el Neolítico y en la Edad del Hierro en las Islas Orcadas (UK) donde se documenta la utilización de arcillas, fábricas y recetas tecnológicas muy concretas que poseen una amplia dispersión espacial y temporal. En esta zona cambian las formas fabricadas pero las pastas se mantienen muy homogéneas (Williams 1982). Estudios posteriores han interpretado que los rasgos de estas pastas cerámicas pueden relacionarse con la ideología y la vinculación con los ancestros (Jones 1997 en Sillar y Tite 2000).

- d) Tipo 4 (Ollas tazón): Pequeñas ollas muy abiertas con de borde exvasado que suelen poseer en el cuerpo superior un elemento de prensión, donde se ubica el diámetro máximo.
- e) Tipo 5 (Ollas carenadas): Presentan el diámetro máximo en el cuerpo superior pero el punto de unión es en arista formando una carena. Son recipientes bastante abiertos, poco profundos y muy estables.
- f) Tipo 6 (Cuencos): Tienen cuerpo ovoide sin punto de inflexión con el diámetro de la boca muy cercano al diámetro máximo y mayor al de la base. Son vasos anchos y poco esbeltos.
- g) Tipo 7 (Vasos troncocónicos): Tienen paredes rectas, base plana muy amplia, boca muy abierta y un elemento de prensión lateral.
- h) Tipo 8 (Copas): Son recipientes muy abiertos, de pequeñas dimensiones con base diferenciada a partir de un repié desde donde salen paredes muy inclinadas que acaban en un borde con labio aplanado.

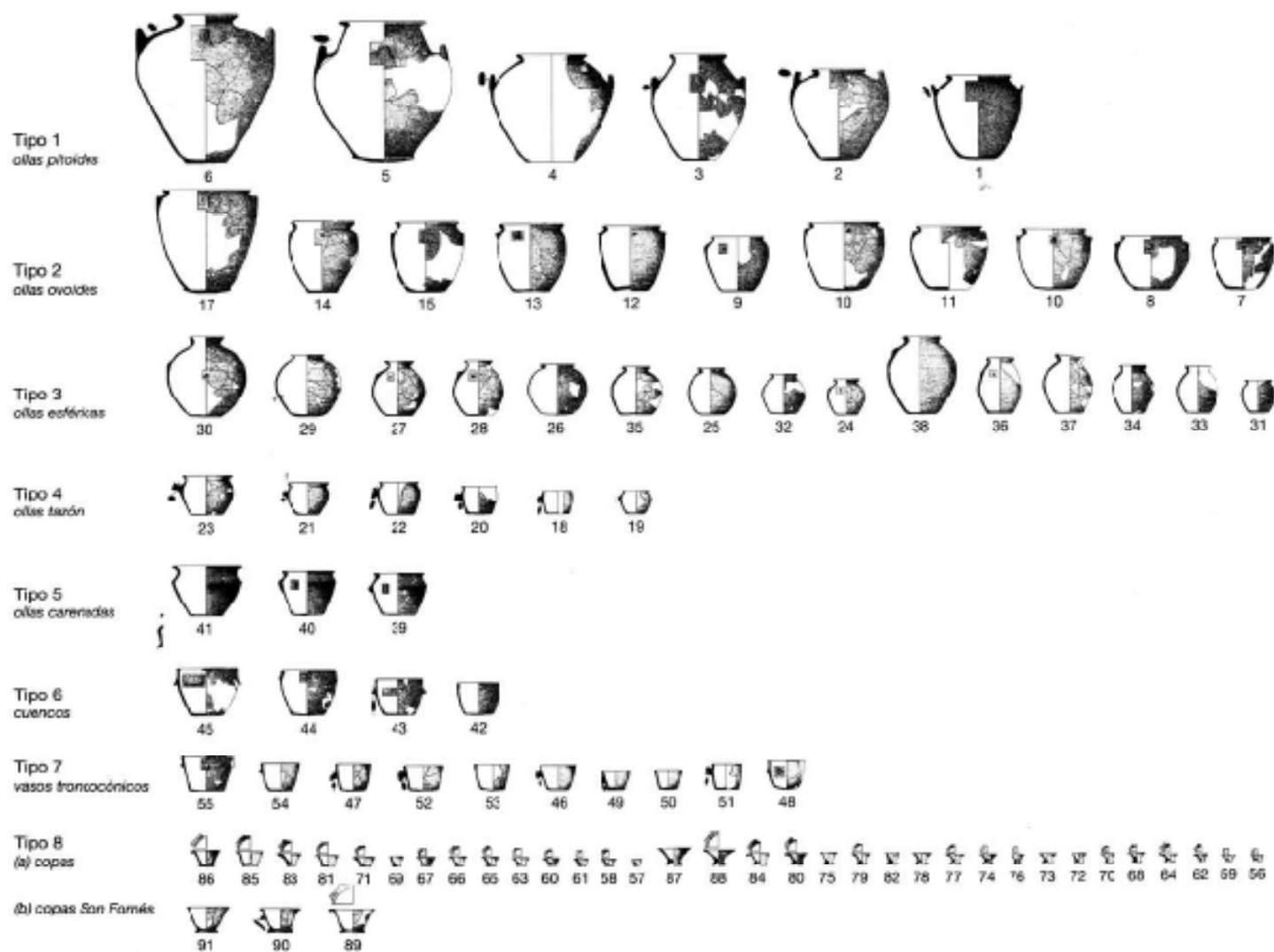


Figura 420. Clasificación de tipos cerámicos adscritos a época Talayótica (Lull *et al.* 2008).

Al margen de este cambio tipológico, que refleja unos nuevos gustos y modas en las formas cerámicas durante la I Edad del Hierro, puede señalarse que, al igual que sucedía en el Bronce Naviforme, tuvo lugar una regularización de la producción que consistió en una relativa estandarización, tanto de los tipos como de las pastas utilizadas en la fabricación de cerámica, conformando un registro material muy parecido entre las distintas comunidades de las islas. La homogeneidad en la tipología y en las pastas, observada en todos los yacimientos talayóticos estudiados, se ha relacionado de nuevo, con un alto nivel de comunicación entre individuos procedentes de distintas comunidades de la isla y, presumiblemente, de las dos islas³²¹.

Atendiéndonos a lo comentado, vale la pena plantear de manera conjunta o unitaria el posible significado social que pudo tener la elección tecnológica de la calcita cristalina en la cerámica de las sociedades de ambas islas desde el Bronce Medio y Final hasta el final del periodo talayótico. Existen claros indicios de la continuidad de algunos mecanismos sociales empleados en unos periodos que parecen seguir vigentes en otros, éstos se relacionan con la utilización de la arquitectura monumental³²², con fenómenos de reocupación o perduración de asentamientos y con la cerámica (Lull *et al.* 1999: 61).

Como se comentó brevemente, en lo que se refiere a la cerámica, la mayoría de trabajos que han tratado de interpretar la significación del uso de determinados materiales o desgrasantes lo han hecho desde una óptica procesualista en la que “...*the roles of environmental, technological, and economic factors in determining the choice of temper have been emphasized to the almost complete neglect of cultural factors.*” (Sillar y Tite 2000: 15). La presencia de desgrasantes añadidos con cierta significación sociocultural normalmente se ha interpretado únicamente en función de no haber podido realizar enlaces satisfactorios entre éstos y otros aspectos de la producción cerámica centrados en el entorno medioambiental, el desarrollo tecnológico, la función, la forma y la decoración (Constantin y Courtois 1985).

³²¹ Como se observó, una intensidad en los contactos y el intercambio de conocimientos entre ambas islas, resultaba ya patente en la cultura material y en las tradiciones cerámicas del Bronce Final. Si bien en época talayótica, la constatación de diferentes soluciones técnicas puntuales entre las dos islas puede indicar cierto distanciamiento en los canales de traspaso de la información que serán posteriormente evidentes en época posttalayótica (Lull *et al.* 2008: 154).

³²² Como señalan Lull *et al.* (1999: 61) la cohesión simbólica, respondiendo a un esquema conceptual común, que representan talayots y navetiformes se plasma claramente en la necrópolis de *Son Real* donde la utilización conjunta de ambos tipos de estructuras con fines funerarios nos remite al ámbito ideológico.

Recientemente, investigaciones cerámicas y arqueométricas desarrolladas en la Península Ibérica y en otros lugares, están empezando a superar este tipo de carencias, aportando una visión del rol de los materiales y de la tecnología cerámica donde éstos resultan activos en términos de identidad y de estructura social. Estas interpretaciones se realizan también considerando el perfil de los alfareros y los sistemas de transmisión de conocimientos a partir de los rasgos de la cerámica (Dietler y Herbich 1998; Kreiter *et al.* 2007; Szákmany y Starnini 2007; Odriozola y Hurtado 2009; Gherdán y Kováth 2009).

Siguiendo esta línea, debe considerarse que incluso si los materiales añadidos se interpretan en relación con la función práctica, el verdadero rol de los mismos, si es que existe uno, se nos escapa. Estudios etnográficos y arqueológicos demuestran que criterios funcionales o tecnológicos no resultan necesariamente relevantes en la producción y como, en cambio, es usual la utilización de los recursos minerales con fines culturales³²³. Superando límites funcionalistas y desde la *Teoría de la Práctica*, debe considerarse que, a pesar de que los mismos alfareros otorguen un sentido funcional a su comportamiento técnico, éste no tiene por qué no tener connotaciones sociales, constituyendo, en todo caso, una serie de prácticas que permiten reproducir el orden social (Dietler y Herbich 1998).

En este sentido, hay que considerar que la identidad supone, en gran medida, un fenómeno vivido y practicado más que desarrollado conscientemente. La utilización de determinadas elecciones y tradiciones tecnológicas no responde a una forma determinante de vida o un imperativo para la plasmación de la identidad, éstas simplemente representan elecciones de las personas en relación a un estilo de vida dentro de unas posibilidades culturales. De este modo, existen periodos de gran estabilidad tecnológica, donde la percepción de lo social y lo material está muy naturalizada. Los alfareros pueden no ser conscientes de las implicaciones científico-técnicas y sociales de los procesos y las elecciones que realizan. Éstos simplemente pueden seguir, sin someter a crítica, las recetas, las cadenas operativas y las prácticas sociales que han aprendido en un determinado contexto de aprendizaje (West 1992: 143;

³²³ Por ejemplo, se documentaron en la India diferencias entre los desgrasantes añadidos a las pastas que tienen más que ver con unas representaciones sociales en base a la tecnología, que con aspectos estrictamente funcionales. Así pues, en estas sociedades, la selección específica del anti-plástico está asociada con cuestiones de identidad y con ciertos mitos (De la Fuente 2007).

Barley 1994: 155; MacGregor 1999; Roux y Courty 1999; Roux 2003; Jones 2004; Gosselain y Livingstone 2005; Tilley 2006).

Podemos concluir este apartado señalando que los rasgos de las cerámicas en época talayótica representan a la perfección los fenómenos de cambio y continuidad que caracterizan a este periodo talayótico respecto a fases anteriores como el Bronce Final. Por un lado, se produce un cambio en las tipologías que se manifiesta de acorde con otras alteraciones profundas en determinados aspectos de la cultura material de las sociedades talayóticas, como en las dinámicas espaciales, funerarias, arquitectónicas, etc.

Por otro lado, se mantienen invariables determinadas estrategias en la fabricación de cerámica que se materializan en pastas y productos muy semejantes y homogéneos. Este aspecto, que se reproduce en otros aspectos de la cultura material talayótica, resulta indicativo del mantenimiento de determinadas prácticas sociales entre un periodo y otro. Esta continuidad en las pautas de conducta favorece el establecimiento de unos lazos de identidad y de determinadas formas de organizarse socialmente.

Como señala M. Calvo (2002a), situaciones de equilibrio y orden en determinados rasgos de los productos materiales resultan indicativas de que se ha llegado a fórmulas más adecuadas y adaptadas a la función así como a las necesidades, con un grado de eficacia muy elevado. Como el propio autor señala, *“En esta fase de equilibrio, las variaciones que se producen no corresponden a los elementos esenciales del objeto, sino que afectan a elementos puramente superficiales y estéticos...los elementos decorativos, estéticos, cromáticos, etc., adquieren la función de individualizar y diferenciar al objeto que ha adquirido una homogeneización funcional y formal alta.*

Partiendo de esta apreciación, se podría indicar que los cambios tipológicos observados en la cerámica talayótica se relacionan estrechamente con estos aspectos no esenciales del producto, que están sin embargo, mucho más relacionados con esta faceta diferenciadora de los objetos. Ello indica, a su vez, que si bien existen ciertas pautas comunes, se produce, en parte también, cierto deseo por diferenciarse y distinguirse de las sociedades del Bronce Final.

27.4.4.2. Organización de la producción.

A continuación se va a realizar un acercamiento más profundo a la organización de la producción en época talayótica así como a su posible vinculación con determinados esquemas y conceptos que podrían haber estado vigentes también en fases anteriores. Como se ha señalado reiteradamente, la producción cerámica de este periodo, al igual que sucede durante el Bronce Final, se caracteriza por una homogeneización y una escasa variabilidad en los materiales, las técnicas y las acciones desarrolladas. Este aspecto resultará determinante a la hora de abordar la organización de la producción, especialmente en términos de transferencia de conocimientos y de contexto social de aprendizaje. Estos van a ser los parámetros en las que vamos a basarnos, principalmente, para afrontar el modo en que se organiza la fabricación de cerámica de acuerdo con los rasgos de los productos fabricados.

Podemos plantear, en base a los datos disponibles y ya argumentados, tres modelos no excluyentes que habrían podido desarrollarse en la producción de cerámica desde el Bronce Medio/Final (1500/1400 BC) hasta el final de época Talayótica (550 BC). Como señalan Lull *et al.* (1999: 58), *“lo talayótico propiamente dicho sólo constituye una fase más de desarrollo de una misma formación económico-social”*. También Guerrero *et al.* (2007: 341) apuntan a esta misma cuestión e inciden en que *“La cultura talayótica puede considerarse...su continuadora, aunque las formas de prestigio y ostentación...pasaron de estar basadas...en la posesión y exhibición de objetos suntuarios a la segregación arquitectónica”*.

Como se ha señalado, esta continuidad en algunos de los modelos organizativos aparece claramente reflejada en una perduración de ciertos aspectos esenciales del registro cerámico, que se evidencia muy eficiente. Éste se caracteriza por situarse en un momento de equilibrio, donde no aparecen, a excepción de las transformaciones tipológicas comentadas y la aparición de algunas pastas marginales, otros cambios importantes en el transcurso del periodo señalado.

a) Producción descentralizada.

En caso de relacionar los rasgos de las cerámicas con una producción descentralizada, conformada por un elevado número de unidades productivas, podemos asegurar que entre los artesanos el grado de comunicación debió ser muy alto. Ello responde a un acceso generalizado, por parte de un alto número de individuos, a los conocimientos que van asociados a una tecnología que está en vigor durante un largo periodo de tiempo. Este tipo de producción, relativamente estandarizada, podría darse entre un alto número de individuos productores como consecuencia de la utilización de espacios comunes de producción, uso y deposición de los artefactos. Así mismo, también podría derivar de sistemas de transmisión de conocimientos y contextos de aprendizaje bien establecidos, así como de una escasa distancia social entre los individuos que practican esta tecnología. Por ejemplo, a través de un alto grado de parentesco entre los artesanos y, por tanto, una estrecha relación entre ellos.

Esta intensa transmisión de conocimientos entre los individuos habría resultado coherente con los artefactos producidos y habría favorecido el mantenimiento de determinadas formas de hacer, a pesar de que la existencia de un mayor número de productores habría generado un mayor número de experiencias y, por tanto, ofrecido más posibilidades para el cambio.

La producción de cerámicas, especialmente a partir de materias primas muy calcáreas, exige de una gran habilidad en las diferentes fases de la cadena operativa. Es importante saber qué tierras usar, como tratarlas, y las posibilidades que tienen éstas para modelar una pieza, secarla, cocerla y usarla. Todo este proceso puede suponer un amplio periodo de aprendizaje que se estima en varios años. Este proceso de adquisición de conocimientos exige, además, de mucha práctica, y por tanto, de la dedicación de largos periodos de tiempo a la producción. Por otro lado, las formas de modelado tradicional conllevan una serie de hábitos motores específicos que se aprenden igualmente durante periodos largos de tiempo y a través de la práctica. Además, como se ha comentado, estos hábitos motores tienden a repetirse en otras actividades de la vida cotidiana, por lo que pueden constituir un rasgo cultural (Schiffer y Skibo 1989; Arnold 1999).

En este contexto, resultan necesarios ciertos mecanismos de transmisión que permitan la perpetuación de los conocimientos y los hábitos vinculados con estas actividades. Estos sistemas de transmisión de conocimientos posibilitan la existencia de una tradición tecnológica y, por tanto, pueden ser muy sólidos y reacios a ser transformados. Como señalan Vidal y García (2009), en este tipo de contextos donde la tecnología está muy bien establecida, *“...la innovación o la adopción de otras técnicas es prácticamente imposible porque requeriría un “desaprendizaje” compensado con un proceso de “reaprendizaje”, difícil de imaginar si no existe ningún factor de peso para adoptar tales medidas drásticas”*.

En este tipo de dinámicas, los sistemas por los que se transmiten los conocimientos relacionados con una determinada tradición tecnológica pueden estar fuertemente regulados por algunos de los agentes que participan de la misma, anulando las posibilidades de los aprendices. Por este motivo, las personas que transmiten los conocimientos suelen tener una amplia experiencia en las prácticas que conciernen a la producción cerámica, siendo normalmente adultos o los individuos de mayor edad. En casos de fuerte control por parte de la maestra, las ideas y el marco de acción del aprendiz quedan relegados mediante mecanismos como la edad, permitiendo que los procesos de innovación queden minimizados y se mantenga la tradición. En caso de resistencia del aprendiz existen variadas formas, como se ha visto, para disuadir a la persona de incorporar innovaciones en la organización de la producción (Barley 1994: 76). Los futuros alfareros, durante el proceso de aprendizaje, son advertidos mediante este tipo de mecanismos de los límites de sus posibilidades en lo que se refiere a las elecciones tecnológicas que pueden realizar en las diferentes fases de la cadena operativa sin que éstas representen un punto de ruptura con los modos de mantenimiento del orden social (Dietler y Herbich 1998).

Como se comentó antes, existen distintas escalas de intensidad referidas al grado de interacción que realizan los individuos. Estas escalas actúan en función de enlaces gravitacionales de flujos socioculturales que abarcan actores: individuos, familias, grupos y regiones, más o menos próximos. De esta manera, otras unidades productivas, incluso de poblados vecinos o zonas distantes, son susceptibles de incorporar y reinterpretar elementos propios de agentes externos en un proceso que materializa la interacción producida (De Boer 1984).

A menudo, los conocimientos relacionados con determinadas formas de hacer cerámica se transmiten dentro de la esfera familiar o del linaje más próximo, llegando incluso a permitirse el matrimonio de los artesanos sólo con miembros adscritos a la familia extensa (Barley 1994: 64; Gosselain 2008; Albero y Puerta 2009). En este sentido, se ha puesto énfasis (Palomar 2005; Guerrero 2003) también en las relaciones matrimoniales para explicar la gran cohesión que experimentan las distintas comunidades isleñas en diferentes aspectos de la cultura material como la arquitectura, la metalurgia o la cerámica.

Es preciso señalar, que etnográficamente se documentan pueblos en los que las mujeres sólo aprenden a producir cerámica dentro de sistemas matriarcales y una vez se han casado, de esta manera se evita que éstas puedan ser independientes a temprana edad. Este tipo de estrategias favorecen también cierta predisposición a aceptar los matrimonios de conveniencia establecidos por los tutores (Barley 1994: 63-64). Como señala Sofaer (2006: 138) *“Because they are endogamous, craftspeople will always have relatives who can teach them the skills required in a chosen craft. This provides an effective structure for the learning, transmission, and use of technical knowledge...as well as control over access to knowledge by others.”*

En definitiva, sostenemos que una producción como la observada, con una escasa variabilidad y dentro de formas de organización descentralizadas, habría sido posible sólo en un contexto de fuerte interacción entre los individuos. Donde, además, los sistemas de transmisión de conocimientos así como los contextos de aprendizaje están muy bien establecidos y hay una gran fluidez, y ningún sesgo de tipo político o social, que restrinja los conocimientos referidos a las técnicas y el acceso a los materiales. Esta estabilidad pudo verse favorecida por prácticas sociales, como el matrimonio endogámico y un fuerte control del aprendizaje por parte de los maestros. La homogeneidad observada podría relacionarse además con el establecimiento de ciertas prohibiciones sociales respecto al desarrollo de acciones e iniciativas individuales así como con descalificaciones hacia aquellos objetos que se salen de los esquemas consensuados socialmente. De este modo, podemos plantear la utilidad social que puede tener una producción cerámica estable y compartida por la amplia mayoría de los miembros productores de la comunidad, gracias a los mecanismos citados, para mantener cierto equilibrio y reproducir el orden social establecido.

b) Producción centralizada.

En este caso, la escasa variabilidad tecnológica debe relacionarse con una forma de producción, posiblemente a tiempo parcial, desarrollada por un número reducido de individuos dentro de la comunidad, entre los que la información circula de forma muy controlada, con un perfil especializado y que fabrican las piezas³²⁴ que usarán el resto de la comunidad e incluso personas ajenas a ella (Harry y Bubemyre 2002). En este tipo de situaciones, los artesanos reservan con gran celo las acciones que se deben realizar para desarrollar con éxito la producción, algunos llegan incluso a la segregación intencional dentro del grupo para mantener este secretismo³²⁵. De este modo, etnográficamente se documentan pueblos en los que el matrimonio de los alfareros sólo está permitido entre personas que se dediquen a esta misma actividad productiva (Barley 1994: 63-64).

A nivel regional, la escasa variabilidad puede relacionarse, también, con movimientos cíclicos o estacionales que los individuos realizan por el territorio, condicionando la orientación de las soluciones efectuadas por otros individuos (Gosselain 2008). La transmisión de conocimientos, por ejemplo, de sobre cómo deben usarse los artefactos, puede realizarse también mediante relaciones de vinculación como el clientelismo. En estos casos, la participación de bienes y servicios suelen estar presentes en los intercambios. Normalmente, la opción de reparto de la producción y el mercado constituye la estrategia seguida por este tipo de productores para dar salida a sus productos. Según las necesidades de la demanda, la producción de vasijas puede funcionar por encargo o al contrario, el alfarero puede contar con un stock disponible (Barley 1994: 61).

³²⁴ Etnográficamente se documentan grupos de ceramistas o familias extendidas que fabrican entre 26 y 165 cerámicas al año, trabajando a tiempo parcial (Harry y Bubemyre 2002).

³²⁵ De todos modos, hay que señalar que el alto grado de aislamiento que sufren algunas ceramistas de sociedades de África respecto al resto del grupo no impide que éstas participen activamente con el resto de la sociedad a la hora de generar modelos con los que hacer comprensible al mundo y al entorno que les rodea (Barley 1994: 66).

Esta opción organizativa ha sido escasamente planteada en las interpretaciones realizadas del registro cerámico de esta época en las Islas Baleares (Risch y Gómez Gras 2003). De este modo, se alude a la ausencia de talleres de alfarero u otros lugares, muy localizados espacialmente, en los que se pudo desarrollar el grueso de la producción (Lull *et al.* 2008: 153).

Sin embargo, debe considerarse que, en muchos casos, la producción de cerámica pudo no desarrollarse en los núcleos domésticos, sino en el entorno más próximo a los asentamientos pero a la vez relativamente alejados de los mismos. Las áreas circundantes a los poblados rara vez han sido excavadas, de modo que no podemos descartar con absoluta certeza la ausencia de contextos especializados de producción. En el caso del área de *Santa Ponça*, resulta interesante señalar cómo justo en la veta de arcilla de *Es Comellar de Sa Terra des Gerrers* se documenta un yacimiento denominado *Santa Ponça 5* que, por la proximidad geográfica a la fuente de materia prima, pudo tener alguna relación con la gestión de este recurso.

Un fenómeno interesante para sostener que el escaso grado de variabilidad del registro cerámico pudo estar asociado con un número bajo de productores, desarrollando éstos además la producción dentro del ámbito doméstico, es el de la poliandria. Este tipo de relaciones sexuales aparecen citadas por Diodoro refiriéndose a las comunidades indígenas de la isla, lo que indica que el número de individuos femeninos respecto a los masculinos podría ser bajo (Piña Homs 1997; Domínguez Monedero 2006).

Arqueológicamente, a nivel antropológico, se documenta ya en los niveles de la Edad del Bronce de *Cova des Carritx* (Menorca) y, posteriormente, en *Son Real* y *Son Oms* un ratio superior de hombres al de mujeres (Aramburu 1998: 113; Rihuete 2000: 443-446; Lull *et al.* 2004). Las diferencias abarcarían aproximadamente un rango de dos mujeres por cada tres hombres³²⁶, además, los hombres habrían poseído una esperanza de vida mayor que las mujeres, éstas parecen experimentar ciertas formas de infanticidio mediante la discriminación alimentaria. Este proceso de segregación sexual podría haber desembocado en comportamientos sexuales ligados a la poliandria.

³²⁶ Sin embargo, tenemos que citar, según lo observado en los yacimientos postalayóticos de *S'illot des Porros* y *Son Real*, que la presencia de individuos de ambos sexos en periodos posteriores parece ser paritaria (Aramburu 1998: 113; Palomar 2005: 54; Guerrero *et al.* 2006).

Si consideramos, como sucede en muchas sociedades etnográficas, que la producción de cerámica a mano recae en gran medida en manos de individuos femeninos, podemos asegurar que ésta habría sido realizada por un número de individuos potencialmente más reducido que si hubiera recaído sobre los hombres.

Este tipo de estrategias, donde un número bajo de productores, las mujeres, realizan una producción doméstica en estrecha interacción podría haber favorecido, a partir de los mecanismos propuestos en el apartado anterior, un registro muy homogéneo y poco variable sin necesidad de una producción especializada localizada necesariamente en talleres artesanales.

Finalmente, hay que señalar que una producción del complejo artefactual organizada en prácticas relativamente especializadas, y con perfiles de artesanos parecidos, habría podido favorecer también una visión común del orden social, favoreciendo cierta cohesión entre distintos individuos de la comunidad. Como señala Sofaer (2006: 140), “...*knowledge between crafts allowed by the emergence of a caste system argues for parity between craftspeople with a range of specializations, reflecting a degree of social cohesion between specific occupationally defined members of the community*”.

c) Producción mixta con redistribución.

Esta opción contempla un número alto, aunque limitado, de productores que fabrican la cerámica de acuerdo con unos criterios técnicos y sociales estrechamente controlados mediante los sistemas de transmisión de conocimientos. Estos artesanos desarrollan una producción individual, aunque coherente con la que realizan el resto de individuos, para después realizar una cocción conjunta a gran escala de las piezas que es controlada por unos pocos especialistas. La presencia de especialistas en esta fase de la cadena operativa favorecería el éxito de la cocción superando, con una práctica y un conocimiento más profundo acerca del proceso, los problemas que entraña la utilización de pastas muy calcáreas, tiempos largos de exposición y atmósferas reductoras como las documentadas. La utilización de estructuras muy cargadas de cerámica, bien colocada en la misma y con escaso espacio para la circulación de aire, favorece también la consecución de atmósferas reductoras (Reid 2001).

Esta estrategia organizativa favorece una intensificación de la producción a la vez que posibilita la obtención de un producto de mayor calidad, durabilidad y con un mayor grado de homogeneización final. Posteriormente, las piezas se habrían podido redistribuir entre los alfareros participantes y, tal vez, entre individuos ajenos al proceso de producción.

Este esquema favorece la existencia de ciertos nexos de unión de las distintas unidades productivas que participan de la producción, que deben organizarse para recoger y preparar el combustible y, a su vez, deben realizar piezas con cualidades y pastas extremadamente parecidas. En definitiva, este tipo de actividades colectivas habría favorecido una mayor comunicación entre los participantes que deben adecuar, además, sus acciones a las que realizan el resto de individuos del grupo, favoreciendo a través de estas prácticas comunes la cohesión social.

El descubrimiento de la estructura de cocción de época talayótica de *Sa Talaia de Torrepetxina* (Menorca), y en menor medida la documentada en el recinto oeste de *Son Matge* (Valldemossa, Mallorca), aunque pendientes de un estudio en profundidad, no permiten descartar la existencia de cocciones colectivas para al menos parte de la producción desarrollada en el seno de estas comunidades. Como señalan Lull *et al.* (2008: 165), estos contextos podrían “...corresponderse con espacios especializados en parte del proceso productivo y asumidos colectivamente a nivel supra-doméstico”. Como señalan Andreu *et al.* (2007), las características de la primera estructura citada apuntan a una producción donde el repertorio cerámico superaba las necesidades de los grupos domésticos particulares.

En este tipo de estrategias de cocción colectiva, resulta vital la utilización de arcillas y pastas lo más semejantes como sea posible por parte de los distintos participantes. De este modo, no se producen divergencias en el plano físico-químico, entre las distintas cerámicas que se cuecen en una misma hornada, que puedan comprometer la totalidad de la producción. Por este tipo de motivos, los alfareros suelen ser bastantes conservadores en lo que se refiere a la preparación de las pastas. Según Mommsen (2004), esta actitud tiene el objetivo de evitar posibles pérdidas económicas especialmente derivadas de fallos en el proceso de cocción. Con pastas relativamente estandarizadas, todas las cerámicas se comportan de forma muy similar ante el calentamiento. Ello favorece el control de la cocción así como la obtención de un producto adecuado, minimizando, además, el riesgo de fracaso de toda la hornada.

En este sentido, Van der Lew (1980: 26-27) señala como un incremento en la escala de producción, en este caso del tamaño de las hornadas, puede promover la estandarización y una reducción de la variabilidad dentro de la producción, tanto de las pastas como del producto final obtenido.

Para este tipo de sistema organizativo es sumamente relevante e imprescindible que no se limite política o socialmente el acceso a los recursos ni la transmisión del conocimiento relacionado con las técnicas asociadas a la tradición. Todas estas opciones pueden comprender además un amplio abanico de sistemas organizativos. En algunos casos, hay alfareros que producen sólo algunas formas, dependiendo del tamaño o la función de las mismas y de la habilidad o los conocimientos de los distintos artesanos. De esta forma, en ocasiones, el abanico de formas a producir queda bien distribuido entre los diferentes alfareros de la comunidad³²⁷. Se trata de producciones donde sólo se centralizan la fabricación de determinados tipos de productos o el uso de técnicas de modelado concretas asociadas a perfiles de alfareros concretos. En cambio, otros alfareros menos especializados utilizan recetas, técnicas y materiales comunes perfectamente estipulados para asegurar el éxito del resto de productos realizados dentro de esta estrategia colectiva.

Atendiendo a lo comentado, la presencia de cierta especialización asociada a producciones relacionadas con la Fábrica 1 ha sido asumida por otros autores en relación a los rasgos de cerámicas de Menorca (Andreu *et al.* 2007). En *Son Mercer de Baix* se identificaron, en niveles del Bronce Medio/Final, dos pastas texturalmente definidas, una fina y compacta en vasijas de pequeño o mediano tamaño y otra muy gruesa y calcárea para las piezas de mayor tamaño (Plantalamor y Rita 1984). En el caso de las cerámica talayótica de *Son Fornés* (Lull *et al.* 2008: 153) y *Puig Morter* (Castro *et al.* 2002a y b; Risch y Gómez Gras 2003) se apuntó, en base a los estudios de modelado y de tratamientos de la superficie, hacia la división de la producción en distintas vertientes asociadas a distintos espacios.

³²⁷ Un caso paradigmático lo tenemos en las tradiciones cerámicas de Mallorca de época Moderna donde existen talleres que están especializados en la producción de un tipo de vasija con una funcionalidad muy concreta (Albero y Puerta 2009). También en la cultura *Terramara* (Italia) de la Edad del Bronce donde se observa una división de la producción alfarera muy parecida a la observada en las Baleares (Brodà *et al.* 2009).

Por un lado, una producción doméstica donde un alto número de productores realizan las piezas de menor tamaño adscritas a funciones de servicio (p e. vasos troncocónicos) y con una vida de uso más limitado. Precisamente, este tipo de piezas exigen de un menor tiempo de dedicación a la producción y de un perfil técnico menos especializado (Brodà *et al.* 2009; Budden y Sofaer 2009). Por otro lado, se constata otra producción donde, un número más reducido de productores, tal vez trabajando a tiempo parcial, se encargarían de producir cerámicas de mayor tamaño y con una mayor durabilidad.

Como señalan estudios experimentales realizados por Brodà *et al.* (2009) grandes piezas, esbeltas, modeladas con la técnica de rulos, como las pitoides talayóticas, exigen dada, su dificultad técnica, de un perfil más especializado y de una mayor dedicación de tiempo y esfuerzo en la consecución de la vasija. Además, Clark (2007: 295) añade que, en las piezas de gran tamaño, la cocción resulta más complicada, especialmente cuando se realizan cocciones abiertas, básicamente por “...*the difficulty of controlling thermic variation in a large clay object...*”.

En este sentido, se puede argumentar que, en caso de existir, estos últimos especialistas tendrían un mejor conocimiento de las técnicas de cocción de modo que podrían ser los encargados de efectuar cocciones colectivas en las que se cuece también el conjunto cerámico realizado por otros individuos menos experimentados. Dentro de las cocciones colectivas, estas diferencias en el modo de fabricación, esencialmente en las fases de modelado, el tratamiento final de la superficie y los tipos fabricados, proporcionan también distintas marcas de alfareros que permiten distinguir a los distintos individuos que realizan la producción.

Por otro lado, esta división de la producción podría relacionarse, ya desde el Bronce Final, con el mantenimiento de cierto orden social. En Perú se señaló que el control político se materializa en la cerámica a través del control de la producción de grandes vasijas de almacenamiento que se utilizan para almacenar los excedentes que se producen (Dobres y Hoffman 1994).

En el yacimiento talayótico de *Puig Morter* las piezas de mayor tamaño mostraron cocciones completamente reductoras, cerca del límite de temperatura de descomposición de la calcita, donde las superficies se muestran oscuras. Sin embargo, la cocción de otro tipo de piezas, como las orzas y las tinajas, se realizó con la misma intensidad pero con un final oxidante abrupto, que indica cocciones reductoras con final oxidante logrando una superficie externa de tonos claros (Castro et al 2002a y b; Risch y Gómez Gras 2003). Ambos tipos de piezas serían entonces claramente distinguibles visualmente para los individuos que habitan en el poblado.

Este último aspecto, puede relacionarse con la estrategia de colocación de las piezas en el horno. Normalmente, en las cocciones a gran escala y con grandes cantidades de vasijas las piezas de mayor tamaño se sitúan en la base de la estructura, más aisladas de la atmósfera exterior. Las piezas más pequeñas se sitúan en la parte más externa de la estructura, mucho más expuestas a atmósferas irregulares, especialmente en los últimos momentos de la cocción, cuando el combustible se ha consumido y existe una mayor circulación de aire. Este tipo de colocación se realiza para evitar deformaciones en las piezas más pequeñas a causa del peso de las grandes y, tiene como consecuencia la presencia de cocciones heterogéneas en una misma hornada. Las piezas externas están expuestas a una temperatura menor y a una atmósfera que puede diferir de las que están ubicadas en el núcleo de la estructura. Por otro lado, se constata etnográficamente como puede desarrollarse intencionalmente una atmósfera de cocción diferencial en una misma tipología o conjunto cerámico con la finalidad de potenciar la diferenciación dentro del registro cerámico, por ejemplo, en relación con determinados tipos de contenidos (Barley 1994).

En este sentido, las últimas interpretaciones realizadas por el equipo de *Son Fornés* apuntan hacia un sistema de organización de la producción en época talayótica caracterizado por “...un número limitado de ceramistas con gran experiencia y habilidad, capaces de fabricar toda la variedad de recipientes...en especial los recipientes de gran tamaño y mayor complejidad técnica. Paralelamente las necesidades provocadas por roturas cotidianas podían ser solventadas mediante elaboraciones de carácter más expeditivo... (éstas) compartían con aquellos individuos las principales técnicas y procedimientos de ejecución” (Lull et al. 2008: 153).

Así pues, se trata de un sistema donde las unidades productivas de tipo doméstico tendrían cierto peso. En el Edificio Alfa de *Puig Morter* (Castro *et al.* 2002a y b; Risch y Gómez Gras 2003) y en *Son Fornés* (Gasull *et al.* 1984) se interpretó la existencia de producciones a pequeña escala y desarrolladas en contextos domésticos a partir de la presencia y la asociación de presuntas herramientas y materias primas de alfarero: arcillas, cerámicas con los cantos desgastados consideradas bruñidores, losas de trabajo, hogares y espeleotemas formados por calcita cristalina.

Esta diversidad de estrategias, marcada por una dicotomía en la producción cerámica entre perfiles relativamente especializados y otros muy especializados en relación a los distintos tipos de productos fabricados tiene algunas connotaciones interesantes. Algunos autores (De Boer 1984; Mills 1989) han explicado los cambios así como el grado de homogeneidad en el registro cerámico considerando el tiempo de vida de las vasijas y la frecuencia e intensidad de la producción.

Como ya se indicó, cerámicas pequeñas que tienen un uso intenso y cotidiano y, por tanto, un tiempo de vida corto, se fabrican más asiduamente y son más reproducibles. En esta situación de producción continuada las variaciones entre una pieza y otra en el tiempo suelen reducirse ya que la posibilidad de tener nuevas experiencias se minimiza. En cambio, cerámicas de gran tamaño, como las orzas de almacenamiento, que tienen una movilidad reducida y están situadas en espacios restringidos suelen tener una larga vida de uso por lo que se fabrican menos asiduamente. La escasa variación en este tipo de piezas, como las pitoides, exige entonces de perfiles especializados de alfarero que realizan de forma asidua la producción de este tipo de piezas. Ello permite mantener, a través de la práctica, la coherencia formal entre una pieza y otra en el tiempo. Si se considera la existencia de especialistas en la fabricación de este tipo de piezas, podría señalarse que éstos las producirían de forma bastante regular, lo que evita también variaciones en los rasgos de las piezas al existir menos tiempo entre hornada y hornada. La regularización de este tipo de piezas sería más dificultosa en una producción doméstica, en la que se producirían grandes lapsos temporales entre la fabricación de una vasija y otra, aumentando la variabilidad potencial del registro.

Si se estima que la esperanza de vida de un alfarero talayótico sería de unos 40 años, esperanza que sería potencialmente inferior en el caso de las mujeres, en comparación con el tiempo de vida de las piezas³²⁸ puede apreciarse que, en una producción para el autoconsumo, un alfarero no produciría aproximadamente más de 10-20 vasijas de cocina, 10-20 de almacenaje y unas 30 de servicio durante toda su vida. Ello conlleva una producción total situada entre 50 y 70 piezas, sin considerar un periodo de inactividad en la infancia y el periodo de aprendizaje. Todo evidencia, entonces, una producción aproximada de entre una y dos piezas al año. Ello supone un largo lapso de tiempo entre la fabricación de las piezas que no favorece el establecimiento y el mantenimiento de tradiciones tecnológicas tan sólidas como la observada. Las distintas tipologías se fabricarían ocasionalmente estando, por tanto, más expuestas a sufrir variaciones entre sí ya que las cerámicas producidas por un alfarero en distintos eventos temporales pueden acarrear un aumento de la variabilidad potencial del registro.

En el caso de una fabricación más especializada, donde el alfarero produce piezas que no van a ser exclusivamente destinadas para autoconsumo y, en cambio, si serán utilizadas por otros miembros de la comunidad, éste produce un número mayor de individuos cerámicos y se habitúa más, mediante la práctica, a determinadas formas de hacer las cerámicas. En este caso, el lapso de tiempo entre cerámica y cerámica se reduce y, por tanto, hay menos posibilidades de surgimiento de experiencias que alteren la conducta normal del artesano que reproduce el mismo modelo repetidamente. Este tipo de conductas se ajustan mejor a la escasa variabilidad observada en el registro vinculado a las fábricas con calcita cristalina.

En nuestra opinión, éste modo de organización mixta de la producción resulta más plausible, dada, por un lado, la inexistencia de áreas o espacios artesanales dedicadas de forma especializada a la producción de cerámica y, por otro, del alto nivel de comunicación que sería necesario en caso de que la producción recallera por completo en cada una de las unidades domésticas. En este último caso cabría esperar un mayor grado de variabilidad en los productos derivado del menor número de artefactos que se habrían fabricado por unidad productiva.

³²⁸ La vida de uso estimada por algunos autores se ha situado para las pastas ricas en calcita cristalina entre 2.2 y 4.4 años para las vasijas de cocina y de almacenaje y de 1.5 años para las de servicio (Risch y Gómez Gras 2003). Sin embargo, hay que señalar que etnográficamente se documentan piezas utilitarias que pueden utilizarse durante décadas (Varela 1990).

En cambio, las evidencias, como sugieren otros estudios, parecen indicar la existencia de ambos tipos de producciones estrechamente interrelacionadas entre sí. Por una parte, habría una serie de personas que habrían dedicado más tiempo a la producción y con más experiencia que se habrían encargado de aquellas fases más difíciles del proceso de fabricación, como tal vez la cocción y la producción de piezas de mayor envergadura. Estos individuos más experimentados habrían podido favorecer, a su vez, una homogeneización de aquellos productos fabricados dentro de la esfera más doméstica, estableciendo nexos de unión, a partir del intercambio de ideas y conocimientos, con ciertos individuos que habrían fabricado también parte de los artefactos necesarios para el desarrollo de la vida cotidiana familiar atendiendo a los conocimientos y las directrices de los primeros.

27.4.4.3. Organización de la producción y organización social.

Una vez abordadas algunas de las posibles formas de organización de la producción cerámica hay que afrontar en qué modo éstas pueden relacionarse con la organización de la propia sociedad. De este modo, los sistemas organizativos planteados, así como una intensa interacción entre los individuos, podrían haber predominado en el desarrollo de otro tipo de actividades.

Como señala L. Plantalamor (1997: 376) para el arte mueble de época talayótica *“La uniformidad de los distintos elementos indica la existencia de talleres especializados, con producciones que van más allá del ámbito familiar y local. Salvo casos muy concretos...no se observan diferencias notorias ni regionales ni insulares...”*.

En este sentido, además de los aspectos ya comentados para la producción de cal con fines funerarios y rituales, se constata como otras tecnologías y actividades productivas desarrolladas en época talayótica pudieron vincularse a formas de organización colectiva, al menos en algunas fases, donde la presencia de determinados especialistas y las estrategias de reparto habrían configurado las pautas predominantes. Pensamos que, al igual que se interpretó con el reparto de carne constatado en el Talayot 1 de *Son Fornés* (Gasull *et al.* 1984; Lull *et al.* 1999 y 2001) y en otros contextos de la isla (Aramburu 1998: 106), los sistemas redistributivos en el marco de unas relaciones sociales simétricas consisten una práctica que explicaría el grado de homogeneización de los productos y así como la regularización de los fenómenos asociados a los mismos.

Por otro lado, este tipo de prácticas habrían resaltado el sentimiento de unidad y de identidad del grupo, un aspecto que, como se ha visto, cumple un papel esencial en este periodo y que se materializa tanto en la concepción del territorio como en la planificación de los asentamientos y la arquitectura, así como en los rituales de enterramiento. La cerámica y todas las prácticas que la envuelven podrían haber cumplido un rol también esencial en la materialización de estas prácticas sociales. Probablemente, el sistema de organización comunal en aras del desarrollo del grupo, y tal vez enmascarando cierta diferenciación social, pudo estar vigente ya durante el Bronce Medio, cuando este tipo de tecnología se pone en vigencia. Este tipo de sistemas organizativos pudo mantenerse durante el Bronce Final y época Talayótica, tal vez, gracias a la existencia de cierto control sobre los mecanismos de producción, cohesión social y de redistribución por parte de determinados individuos, tal vez asociados a grupos de edad específicos o a élites sacerdotales (Marí y Rosselló 2005).

La homogeneización de los productos sugiere una percepción compartida por los miembros de la comunidad, lo que a su vez evidencia cierto valor social de los mismos. Los objetos que tienen un valor simbólico dentro de una comunidad son aquellos a los que se ha conferido ese valor por unanimidad dentro del grupo. Como ya se ha señalado, pensamos que la cerámica puede considerarse en estos momentos como un artefacto portador de una alta carga social de tipo colectivo, resulta un bien asequible, común y que está a disposición de amplios segmentos de la sociedad, favoreciendo ello la adquisición de este tipo de significados. Objetos con este tipo de significación podrían haber funcionado además como contrapunto de otros artefactos de índole individual, como los metales (Carreras y Nadal 2003).

Por otro lado, como han comentado Risch y Gómez Gras (2003: 202) podemos suponer que las elecciones tecnológicas detectadas en la producción denotan “...*una decisión social por mejorar la calidad de las cerámicas de cocina y almacenaje, más que por aumentar el volumen de la producción*”. Un aspecto que resulta interesante constatar es, entonces, si el bajo grado de variabilidad observado puede estar en función de distintas actividades.

Algunas tipologías, como las cerámicas utilitarias o de cocina, suelen resultar más estables en términos de pasta, forma y decoración, ya que su diseño está fuertemente determinado por parámetros funcionales³²⁹ (De Boer 1984; Djordjevic 2003; Fernández Navarro 2008; Albero y Puerta 2009).

Sin embargo, coincidiendo con otros estudios (Risch y Gómez Gras 2003; Lull *et al.* 2008: 138), se ha observado cómo esta fábrica se desarrolla independientemente del tipo de cocción, el tamaño o la tipología de la pieza. Por tanto, su utilización debe relacionarse necesariamente con diferentes funciones³³⁰. Tal vez este rasgo de la producción esté relacionado con una significación poli-funcional del registro cerámico, donde el objetivo final de los alfareros consiste en desarrollar artefactos aptos para distintas condiciones de trabajo y de uso. Ello implica que la variable ausencia/presencia de calcita machacada no puede utilizarse en esta tradición para inferir asociaciones de tipo funcional y, por tanto, haya que buscar otros mecanismos como la tipología, la morfometría, la textura u otras cualidades de las cerámicas para establecer la funcionalidad potencial de las piezas.

Al margen de interpretaciones de carácter funcionalista o ecológico-determinista, se puede suponer un alto valor social para las cerámicas fabricadas en estos periodos. Este valor social se enfatiza con la alta calidad y regularidad de las cualidades de las cerámicas, su modo tradicional de organizar la producción utilizando determinadas materias primas y estrategias sociales y, finalmente, a través de la gran durabilidad y versatilidad del producto final obtenido.

En definitiva, durante el periodo estudiado se documenta un claro predominio de lo colectivo sobre lo individual. Formalmente no hay evidencias de jerarquización y, en cambio, se documentan múltiples estrategias destinadas a reforzar el sentimiento grupal y el concepto de identidad colectiva.

³²⁹ Aunque también se constatan etnográficamente sociedades, como los Shipibo-Conibo de Perú (De Boer 1984), donde los productos cerámicos que no son de cocina, como los cuencos de servicio, también muestran un escaso grado de variabilidad en el tiempo en su forma, métrica, color y otros elementos característicos.

³³⁰ Esto mismo sucede en el Delta del Ebro, en yacimientos como *Cova del Calvari* y *Cova Cervereta*, en los que los porcentajes de piezas con calcita añadida superan el 50% de las muestras analizadas. En las cerámicas no parece que exista ninguna diferencia relacionada con aspectos funcionales, estando documentado este material en piezas de variada tipología (Clop 2007: 321). También en las fábricas neolíticas de los Balcanes con calcita cristalina la tradición se utiliza indistintamente sin relacionarse con funciones concretas (Spataro 2002).

Este aspecto se manifiesta en múltiples esferas del registro material desarrollado por las comunidades talayóticas, probablemente, en estrecha conexión con estrategias derivadas del Bronce Final que habrían sufrido algunos reajustes³³¹.

Esta continuidad en las fórmulas se plasma claramente la perpetuación de la arquitectura ciclópea así como en la continuidad de las técnicas utilizadas en ciertas producciones, como la metalurgia (Plantalamor 1997: 379) o la cerámica. En este sentido, partiendo de la aplicación de la teoría de la estructuración de Giddens (1979), resulta evidente que las personas construyeron su entorno social a partir de las estructuras y los recursos sociales disponibles.

Si bien se constatan algunas evidencias de jerarquización, como denota la presencia de algunos individuos procedentes de la necrópolis de *Son Real* inhumados en tumbas que contienen armamento (Hernández-Gasch 1998; Guerrero 1999: 71) o el inicio de la utilización de sarcófagos y ataúdes de madera (Guerrero *et al.* e. p.), documentamos múltiples estrategias comunales. En este sentido nos referimos a la utilización de una arquitectura monumental desarrollada colectivamente, de la concepción común del espacio, de la utilización casi exclusiva de enterramientos colectivos donde destacan estrategias encaminadas a eliminar posibles desigualdades sociales en vida, como los enterramientos con cal. Finalmente, este tipo de organización social podría haber repercutido incluso en los sistemas de explotación de recursos productivos como la carne y las arcillas.

En este sentido, V. Guerrero (1994) apunta *“En este tipo de sociedades la propiedad de la tierra es siempre comunal, sobre ella ejercen el dominio grupos corporativos superiores a la familia, como el linaje o el pueblo, la familia sólo gozaría de derecho usufructuario, pero ningún grupo queda excluido de los medios de supervivencia, las sociedades tribales en este grado de desarrollo no producen sujetos desarraigados sin medios de subsistencia”*.

La misma tendencia a organizarse comunitariamente podría haberse dado en la cerámica, donde existe una alta homogeneidad en el registro que se relaciona con acciones comunes de los artesanos, donde pueden existir ciertas partes del proceso productivo, como la cocción, relativamente centralizadas.

³³¹ Se constatan otros casos donde, a pesar de existir importantes cambios culturales, se mantienen los perfiles especializados de los alfareros respecto a determinadas formas de hacer y el uso de materiales y técnicas concretas. Éstos reajustan los conocimientos y las formas de organización a la nueva situación existente (Mannoni 2007).

Por otro lado, los estudios realizados en diversos registros materiales evidencian una centralización parcial de otros productos como la cal o la carne, al menos en algunas fases de la producción. Éstos posteriormente son redistribuidos entre la población de manera que se eliminan las posibles desigualdades que puedan surgir en el seno de una misma comunidad o entre distintas comunidades. Este tipo de estrategias favorecen el mantenimiento de un cierto orden social y suponen un mecanismo de intercambio de bienes en sociedades articuladas en torno a las relaciones de parentesco. Un sistema redistributivo asegura entonces la supervivencia de la comunidad tribal en su conjunto en casos de crisis de subsistencia (Guerrero 1994).

En este sentido, como señala Pauketat (2001: 87), para explicar la adopción y la generalización de la concha machacada como desgrasante, cambios y continuidades en la tecnología cerámica son el resultado de tradiciones tecnológicas que se relacionan con el ámbito social para reproducir o reestructurar aspectos de orden cultural.

De esta manera, resulta interesante plantear, en futuro estudios, ciertos rasgos que uniformizan a los grupos que utilizan en la prehistoria este tipo de desgrasante. Al menos en el noreste de la Península Ibérica, se caracterizan socialmente por ser grupos que en su patrón funerario acogen a todos los individuos del grupo, no presentando diferencias de edad y sexo (Clop 2007: 87). No hay evidencias de diferencias sociales, al contrario de lo que sucede en otras zonas, como en Andalucía Oriental, en las que se observa cierta diferenciación social en el registro funerario y donde, en contraposición con lo comentado antes, la cerámica se utiliza como diferenciador social (Contreras *et al.* 1988).

27.5. La producción de cerámica en el Postalayótico (500-50 BC): Turriforme escalonado de *Son Ferrer*, *Turó de les Abelles* y *Puig de Sa Morisca*.

28.5.1. La producción de cerámica en el Postalayótico I (500-250 BC): Turriforme escalonado de *Son Ferrer* y *Puig de Sa Morisca*.

27.5.1.1. Rasgos de la producción.

El registro de este época está ya completamente centrado en la zona de *Santa Ponça* y se cuenta con un número importante de piezas cerámicas, en total 52 vasijas procedentes de la fase de ocupación de la Torre I del *Puig de Sa Morisca* y de la reutilización del hipogeo de enterramiento del turriforme escalonado de *Son Ferrer* (Tablas 1 y 4). Como rasgo que define a los artefactos cerámicos fabricados en este periodo hay que señalar que la variabilidad en el registro aumenta enormemente, tanto en lo que se refiere a las materias primas utilizadas como a los tipos de pastas preparadas, las técnicas y los productos obtenidos.

a) Pastas.

De esta fase se tienen datos de la composición química de un total de 49 piezas. En este periodo la variabilidad en el registro aumenta enormemente, se constatan un alto número de piezas (26.5%) que no han podido clasificarse dentro de ninguna Producción y que deben considerarse como *loners* (Tablas 20 y 22). El examen petrográfico de algunas de estas piezas del *Puig de Sa Morisca* nos remite también a ciertas diferencias en estas piezas con respecto a las que se adscriben en los grupos de referencia establecidos para el mismo. En este sentido, se trata de piezas que representan elecciones particulares al margen de la que se hacen en el resto de artefactos, que utilizan materiales con un mismo origen. Tal vez, en estos casos, estemos ante producciones que sean ajenas al propio asentamiento. En total se constatan nueve individuos con una composición química peculiar donde, al menos en algunos casos (SM-138, SM-140), sus divergencias pueden relacionarse con la utilización o la mezcla de otras arcillas así como con la utilización de materiales distintos y peculiares, como brechas y calcarenitas, para desgrasar las cerámicas (SM-180, SM-181).

A pesar de este ligero aumento de la variabilidad del registro existe una clara asociación, en las piezas del *Puig de Sa Morisca* de este periodo, en asociarse a la Producción SM-A1. Como se ha señalado, esta producción, relacionada con la explotación de la arcilla del Paleógeno del *Comellar de Sa Terra dels Gerrers*, estuvo vigente en este yacimiento desde el Bronce Final y durante época talayótica, momento en que se constata también en el turriforme escalonado de *Son Ferrer*. La adscripción de un alto número de piezas del Postalayótico I a esta producción, procedentes del *Puig de Sa Morisca* ($n = 21$) y, en menor medida (TSF-16, TSF-409, TSF-459), de *Son Ferrer*, indica que esta fuente de materia prima estuvo activa durante un periodo de tiempo muy prolongado. La presencia de piezas asociadas a esta producción en los dos yacimientos nos remite también a la continuación de la interacción, detectada ya a través de la cerámica en época talayótica, entre ambos asentamientos. Ello podría apuntar a que ciertos individuos del *Puig de Sa Morisca* pudieron participar de las prácticas que se efectuaban en este momento en el yacimiento.

Por un lado, el periodo prolongado de uso detectado para esta materia prima puede, probablemente, relacionarse con la extracción colectiva de la arcilla, independientemente del periodo analizado. Este depósito fue explotado durante 700 años, esta continuidad pudo verse favorecida, por un lado, por aspectos técnicos, ya que se trata de un depósito muy apto y plástico para la producción cerámica. Observando las soluciones técnicas adoptadas por los alfareros prehistóricos, podemos afirmar que sería, probablemente, el más adecuado para su producción cerámica dentro de los recursos disponibles en el territorio. Por otro lado, también pudieron influir aspectos ideológicos, la propia continuidad de uso pudo favorecer el desarrollo de unas prácticas sociales en las que la arcilla adquiriera un alto valor simbólico ligadas a la adscripción del espacio y a los ancestros. Este tipo de fenómenos pudieron verse favorecidos por el hecho de que este recurso se ubica cerca de fuentes de agua y en un territorio altamente antropizado, como es el entorno más cercano al *Puig de Sa Morisca*.

Finalmente, la perpetuación de la utilización de este recurso en este momento permite descartar que los cambios tecnológicos observados en las cerámicas de esta época se asocien a la utilización de recursos diferentes que, por tanto, podrían requerir de un tratamiento específico y de otras soluciones tecnológicas para permitir su utilización eficiente.

De este modo, al igual que en otros casos documentados en Portugal (Jorge *et al.* 2009: 245), y como se verá a continuación, se constatan distintas soluciones tecnológicas o formas de preparar pastas a partir de un mismo recurso. Ello se materializará en la obtención de productos y fábricas diferentes. En palabras de esta autora “...*specific technological practices cannot be explained exclusively by evoking technical constraints imposed by the physical properties of the raw materials, since sometimes the same clay is used in different ‘recipes’.*”

En este sentido, se constata como algunos alfareros actuales del sur de Camerún seleccionan las mismas arcillas pero éstas son preparadas de modo diferente. Ello no se relaciona con una finalidad funcional y, a nivel ecológico se utilizan los mismos recursos. En estos casos, los alfareros parten en igualdad de condiciones físicas y naturales pero optan por diferentes soluciones. La preparación diferencial aparece claramente relacionada con ciertos sistemas de transmisión de conocimientos, los alfareros han aprendido a hacer cerámica en diferentes lugares o les han enseñado diferentes personas con diferentes formas de hacer cerámica. En este sentido, puede existir una distribución regional diferencial de las secuencias técnicas y los desgrasantes utilizados (Gosselain 1994; Livingstone-Smith 2000).

Por otro lado, se documenta sólo en el *Puig de Sa Morisca* la adscripción de un número de piezas reducido (SM-198, SM-245, SM-349, SM-665, SM-834) a la Producción SM-B1. En todo caso, las materias primas y la tecnología utilizadas habrían sido muy parecidas en las producciones SM-A1 y SM-B1.

En el caso del registro cerámico de *Son Ferrer* la variabilidad observada en las producciones es mucho más intensa, especialmente si se compara con la escasa variabilidad observada en las producciones de época talayótica en el mismo yacimiento. Si bien tan solo tres piezas no han podido adscribirse a ninguna producción (TSF-242, TSF-239, TSF-467), el número de producciones se incrementa. Además de las piezas adscritas a SM-A1, ya comentadas, se constatan otras dos producciones más que son exclusivas de este yacimiento y periodo. Por un lado, se documenta la Producción TSF-B que engloba a los individuos TSF-464, TSF-235, TSF-317 y TSF-326. Por otro lado, se documenta la Producción TSF-D que abarca a los individuos TSF-1579, TSF-252 y TSF-339.

Como puede observarse existe un comportamiento diferencial en el registro de ambos yacimientos, a pesar de que coinciden en que la variabilidad de producciones se incrementa en ambos asentamientos respecto a épocas anteriores. Las cerámicas de *Puig de Sa Morisca* tienden a adscribirse a una única producción, muy consolidada y claramente predominante en el yacimiento. En cambio, en el turriforme escalonado de *Son Ferrer*, el número de producciones se incrementa. Una explicación a este fenómeno podría relacionarse con la funcionalidad diferencial de los asentamientos y la relación que mantienen con el resto de yacimientos del territorio. Como señalan varios autores (Arnold 2000; Livingstone-Smith 2000; García Rosselló 2008) la organización espacial de los asentamientos en el territorio puede determinar la forma en que se deposita y distribuye la cerámica en el espacio, así como las características de las mismas y su grado de variabilidad.

Este último yacimiento, ubicado estratégicamente en el hinterland de las comunidades prehistóricas que habitaron la zona de *Santa Ponça* (Calvo *et al.* 2005 y 2009), funcionó, presumiblemente, como necrópolis, además de para el *Puig de Sa Morisca*, también para otros yacimientos de esta zona durante este periodo, funcionando como aglutinador y cohesionador de las comunidades de la zona sur de *Calvià* a través de ciertas prácticas sociales e ideológicas desarrolladas en el mismo.

Se puede suponer, entonces, que la introducción de cerámicas para su uso funerario procedentes de otros yacimientos de este hinterland, como *Puig des Rei*, *Santa Ponça 5*, *Santa Ponça 20*, *Ses Penyes Rotges* o *Kings Park*, que presentan indicios de ocupación en este momento, habría incrementado la variabilidad en el conjunto cerámico incorporando otras producciones o Grupos de Referencia que, por el momento, no han sido caracterizados en estos yacimientos. Ello significa, que no se podrá comprender el verdadero rol del turriforme escalonado de *Son Ferrer* durante época postalayótica hasta que no se inicie un programa más ambicioso de análisis que implique la caracterización de la cerámica de todos los yacimientos postalayóticos del sur de *Calvià*.

No se puede dejar de contemplar el cambio en la concepción del espacio y en la distribución de los asentamientos en el territorio como un fenómeno que pudo influir en la producción, uso y deposición de las cerámicas, por tanto, afectando a su grado de variabilidad en los contextos analizados.

El tránsito entre el Talayótico y el Postalayótico en la zona de *Santa Ponça* va acompañado de un cambio en la concepción del territorio; se observa como una multitud de asentamientos se abandonan mientras se constata la fundación de otros nuevos como *Santa Ponça 5*, *Santa Ponça 20*, *Turó de les Abelles*, *Ses Penyes Rotges*, *Es Fornets* o *Kings Park* (Calvo *et al.* 2005, 2006 y 2009; Calvo 2009).

b) Desgrasantes.

En lo que se refiere a las fábricas, se observa como la variabilidad se incrementa también, resultando fácilmente observable en las variaciones que se producen en las concentraciones de calcita y CaO (Cuadro 77). Los análisis ópticos también nos remiten a la presencia de diferentes petrogrupos en este periodo, incluso entre piezas asociadas a una misma producción. Además, se observan importantes variaciones en las texturas que pueden relacionarse, con la cantidad de mineral, generalmente calcita cristalina, introducida a la pasta. Todo ello explica el incremento del número de fábricas observado en los distintos yacimientos. Si en periodos anteriores se documentaba básicamente una fábrica, y escasos casos marginales asociados a fábricas como F-3 o F-16, ahora se observan hasta un total de siete fábricas diferentes. Aunque la mayoría de las fábricas están muy poco representadas, y pueden considerarse marginales, se puede señalar que el aumento del grado de variabilidad del registro cerámico observado en las producciones se produce, por tanto, también en las fábricas.

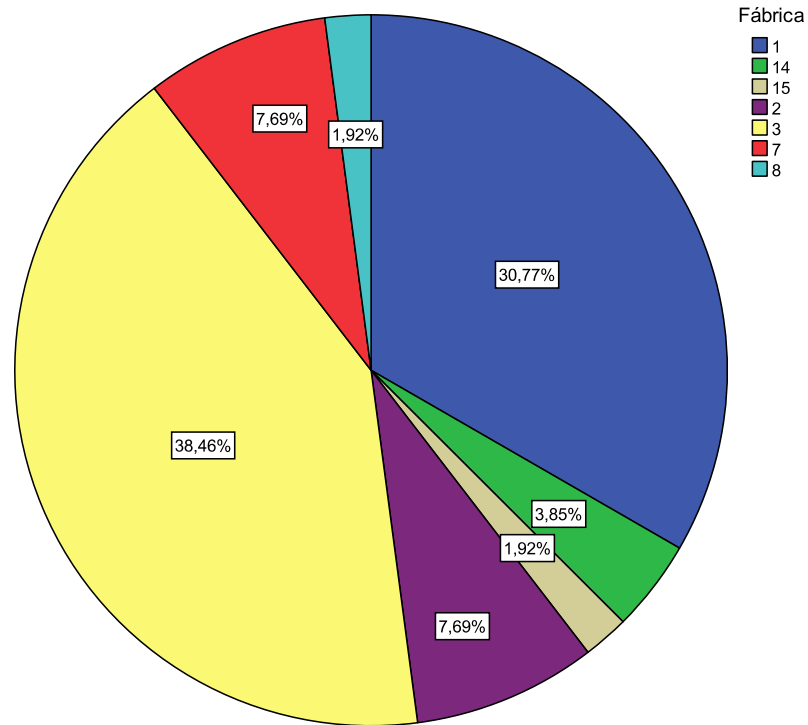


Figura 421. Gráfico de sectores mostrando las fábricas documentadas en el Postalayótico I y el porcentaje de piezas asociadas.

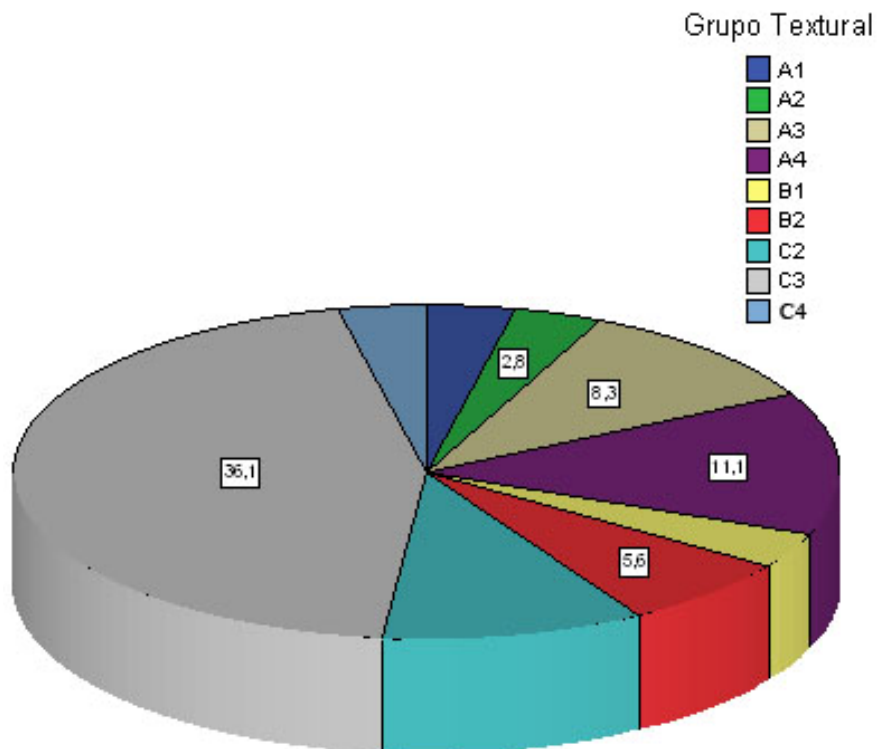


Figura 422. Gráfico de sectores mostrando los Grupos Texturales documentados en el Postalayótico I y el porcentaje de piezas asociadas. Observar un cambio textural respecto a las piezas de los periodos anteriores.

Cuadro 77. Estadísticos descriptivos asociados a distintas variables de las pastas de las piezas del Postalayótico I del turriforme escalonado de *Son Ferrer* y la Torre I del *Puig de Sa Morisca*.

	N	Media	Desv. típ.	Cv
% Fe ₂ O ₃	48	5,35	1,57	-
% Calcita	36	65,74	21,08	0.32
% cc	15	20,67	14,50	0.70
% CaO	49	34,22	9,97	0.29
% Mineral	41	10,23	6,37	-
% Vegetal	40	5,30	3,74	-
% Cuarzo	36	7,65	5,16	-
% Desgrasante	40	15,62	5,71	-

A continuación pasamos a abordar las distintas fábricas observada en esta fase:

b.1) *Fábrica I:*

Son 16 piezas del *Puig de Sa Morisca* (Tabla 20), el 30.8% del total analizadas de esta fase, que se han agrupado en las dos producciones detectadas en el yacimiento, documentándose algunos casos mal clasificados (SM-138, SM-705, SM-796, SM-386, SM-426, SM-280). Los recipientes de esta fábrica suponen una reminiscencia de la anterior tradición tecnológica, ya comentada, caracterizada por la adición exclusiva de calcita cristalina.

Estas piezas continúan teniendo una alta concentración de CaO con un 41% de media (cv = 0.15) y de calcita (cv = 0.14), que se muestra muy normalizada y que se relaciona con una alta cantidad de romboedros de calcita en los análisis petrológicos y con binocular. Dada la alta cantidad de calcita cristalina predominan las piezas con una textura tipo GT-A (43.7%), seguidas de las de tipo C3 y C4 (37.5%) y, finalmente, las GT-B2 (12.5%). Esta variabilidad textural va unida a cierta variabilidad del porcentaje de desgrasante mineral presente (5.5-23%) y al tamaño de grano constatado en las pastas.

De todos modos, respecto a las piezas de esta fábrica de fases anteriores, se presentan, como se comentará posteriormente, ciertas diferencias en la atmósfera de cocción utilizada, produciéndose un incremento de las piezas de la Sub-fábrica 1.2. Se trata, entonces, de cerámicas altamente funcionales que no presentan apenas materia orgánica (<3.7%).

Hay que resaltar la ausencia de esta fábrica en época postalayótica en *Son Ferrer*, ello podría indicar que ésta tiene una mayor importancia y perduración en contextos de hábitat, donde tienen lugar actividades diversas de carácter cotidiano en las que resulta más recomendable que las vasijas tengan cierta durabilidad. Precisamente, cerámicas de estas características se documentan también en otros yacimientos de habitación, por ejemplo en los niveles adscritos a los siglos V-IV BC de *Ses Paises* donde se relacionan con el grupo petrológico 14 establecido por Cau (en Aramburu y Hernández 2005: 277). También se ha observado en contextos situados entre 450-250 BC de *Son Fornés*, donde este tipo de fábricas podría abarcar cerca del 47% del conjunto analizado, ya que éste es el porcentaje de piezas que poseían calcita y la ausencia de materia orgánica (palomar 2005: 327-328 y 2009).

Cuadro 78. Estadísticos descriptivos asociados a valores de las pastas para las piezas de la Fábrica 1 vinculadas al Postalayótico.

	% Vegetal	% CaO	% Mineral	% Fe ₂ O ₃	% Calcita	% Cal crist.	% Cuarzo
N	16	15	16	14	12	6	12
Media	2,27	41,22	13,28	4,74	80,33	30,83	4,19
Desv. típ.	1,13	6,57	7,056	1,08	11,92	5,84	2,98
Mínimo	,0	25,20	3,4	3,69	49,7	20	,3
Máximo	3,7	53,65	23,7	7,25	95,1	35	11,9

b.2) *Fábrica 2:*

Se trata de cuatro piezas del turriforme escalonado de *Son Ferrer* (TSF-1579, TSF-339, TSF-252, TSF-242) que son muy similares a las piezas de la Fábrica 3 en sus rasgos tecnológicos. En esta fábrica, se han seguido los mismos esquemas de fabricación sin embargo, los datos indican que se han utilizado materias primas diferentes.

La diferencia más sustancial debe relacionarse con la asociación de tres de estas muestras a la Producción TSF-D (Tabla 22), vinculada con una materia prima más rica en Fe_2O_3 (8-10%) y un poco más baja en CaO (16-28%) respecto a otras producciones del asentamiento.

b.3) *Fábrica 3:*

Es la más abundante del registro analizado de este periodo (38.5%, $n = 20$) y engloba tanto a 15 piezas del *Puig de Sa Morisca* como a cinco de *Son Ferrer* (Tablas 20 y 22). Cuatro de las piezas de este último yacimiento se han agrupado en la producción TSF-B, lo que indica que en esta producción, durante esta fase concreta, se usaban formas de preparar las pastas muy parecidas. Mientras, las vasijas del *Puig de Sa Morisca* se han agrupado en las ambas producciones detectadas en el yacimiento. En este grupo de piezas de la Fábrica 3 del Postalayótico I se han documentado muy pocos casos mal clasificados (SM-238, TSF-467).

Cómo se ha señalado, se caracteriza, al igual que la F-1, por la presencia de cantidades altas (30-35%) de calcita cristalina machacada. Sin embargo, aunque sigue existiendo cierta normalización en la cantidad añadida de este mineral, el coeficiente de variación se incrementa notablemente respecto a la Fábrica 1, en lo que al porcentaje de calcita ($cv = 0.21$; $n = 16$) y CaO ($cv = 0.25$; $n = 19$) se refiere. Como sucedía en las piezas de esta cronología de la Fábrica 1, la adición de este mineral favorece la obtención de una textura más gruesa pero, sin embargo, en la Fábrica 3 se presenta más variable y con tendencia a una fracción media (800 μm). De este modo, debe señalarse que, a diferencia de lo observado anteriormente en la Fábrica 1, se constata la predominancia de texturas tipo C3 (60%) y C2 (20%), seguidas de la tipo A y finalmente las de tipo B, que suman un 20%. Las texturas observadas se relacionan con las diferentes cantidades de calcita que se han añadido a las pastas y que se reduce en algunas piezas que presentan niveles bajos y medios (5-10%) de mineral.

Como ya se comentó anteriormente, el aspecto que diferencia a la Fábrica 3 de la Fábrica 1 se relaciona con la adición en cantidades importantes de materia vegetal a la pasta. De este modo, las piezas del Postalayótico de esta fábrica muestran unas cantidades de materia orgánica que oscilan entre el 5-15% del total del volumen de la pasta.

Sin embargo, un estudio de la dispersión de las piezas en relación a esta variable nos indica una distribución bimodal de los valores que se organizan en función del asentamiento analizado. Por un lado, se constatan piezas con cantidades bajas de materia orgánica (5-8%) todas ellas adscritas al *Puig de Sa Morisca*. Por otro lado, las piezas del turriforme escalonado de *Son Ferrer* analizadas texturalmente, y muchas de ellas asociadas a la producción TSF-B, muestran, diferencialmente, una mayor cantidad de este tipo de desgrasante (10.6-14.8%). A su vez, las piezas de esta fábrica depositadas en este último yacimiento suelen mostrar, como norma, unas cantidades medias de desgrasante mineral (5-7%), a diferencia del *Puig de Sa Morisca*, donde las piezas presentan una mayor variabilidad en este valor, tal vez estando ello ligado a aspectos funcionales de las vasijas.

Esta matización, realizada en función de los yacimientos, ha permitido observar como distintas formas de preparación de pastas y productos tienen, por un lado, una estrecha relación con determinados contextos de uso y deposición. La estrategia seguida por los artesanos en estos casos determinó productos con distintas cualidades que, como se comentará, se adecuaron a las distintas necesidades que se hacían patentes en los yacimientos. Por otro lado, a pesar de pertenecer a la misma Fábrica, las distintas texturas observadas responden a diversas producciones y soluciones tecnológicas, lo que indica que las diferencias observadas en los yacimientos se relacionan, probablemente, con distintas unidades de producción y con formas diferentes de hacer la cerámica. Por los motivos comentados, las piezas de los distintos yacimientos tendrían también diferentes cualidades: grado de porosidad, resistencia a la abrasión, eficiencia térmica, durabilidad, etc.

Cuadro 79. Estadísticos descriptivos asociados a valores de las pastas para las piezas de la Fábrica 3 vinculadas al Postalayótico.

	% Vegetal	% CaO	% Mineral	% Fe ₂ O ₃	% Calcita	% Cal cris.	% Cuarzo
N	15	19	16	19	16	3	16
Media	8,29	35,56	7,61	5,11	66,70	31,67	7,33
Desv. típ.	3,34	9,13	4,73	1,13	14,09	2,88	2,98
Mínimo	4,7	15,04	1,3	3,06	39,5	30	2,1
Máximo	14,8	49,47	18,6	7,23	87,5	35	12,5

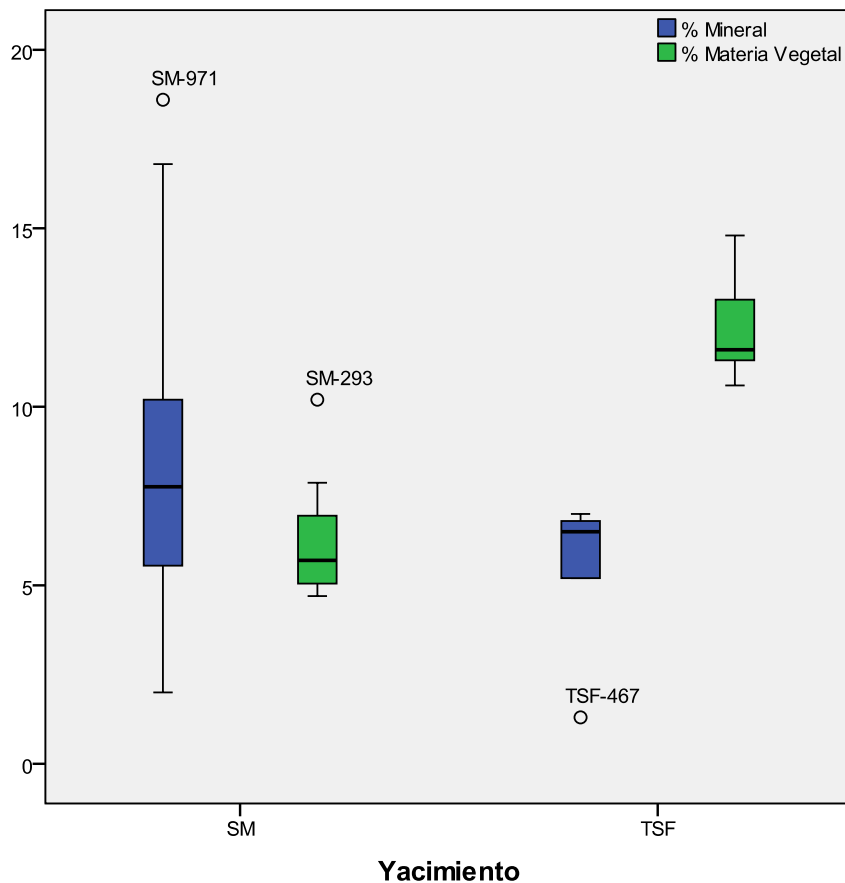


Figura 423. Gráfico de cajas mostrando la dispersión de los valores de las variables % de desgrasante vegetal y % de desgrasante mineral en función del yacimiento para piezas del Postalayótico I y la Fábrica 3. Observar una distribución desigual en los distintos asentamientos.

b.4) Fábrica 4:

Esta fábrica está representada por una sola pieza (TSF-256) mal clasificada geoquímicamente. El análisis óptico de la pasta evidencia que no presenta ningún desgrasante mineral añadido, sino que se incorporó únicamente materia vegetal como desgrasante. Ello determina que esta pieza tenga una textura muy fina y niveles más moderados de CaO (17%). Una pieza de estas características pudo observarse también en *Son Fornés* en niveles, datados entre 450-250 BC (Palomar 2005: 332 y 2009).

b.5) *Fábrica 7:*

Se trata de una fábrica representada por cuatro piezas (SM-181, SM-246, SM-362 y TSF-450) de este periodo asociadas al Petrogrupo 3, caracterizada por la utilización de margas calcáreas, entre ellas las asociadas a la producción SM-A1, con la que se vinculan las tres últimas piezas. Sin embargo, en lugar de desgrasar preferentemente con calcita cristalina³³² se han utilizado calcarenitas bioclásticas, en conjunción con materia vegetal (5-10%), como anti-plásticos. Ello indica que algunas de las piezas de factura local muestran la utilización de unos materiales asociados a entornos diferentes a los de los minerales tradicionalmente utilizados para desgrasar las pastas. Las calcarenitas se asocian a un entorno más costero mientras la calcita cristalina a uno más montañoso. Este tipo de material, las calcarenitas, resulta característico de otros materiales prehistóricos, como los molinos de mano (Mascaró Pasarius 1962), por lo que su introducción en la fabricación de cerámica podría relacionarse con el aprovechamiento puntual y oportunista de los desechos generados en la confección de este otro tipo de artefactos.

b.6) *Fábrica 8:*

Es una pasta muy marginal sólo documentada en una pieza de *Son Ferrer* (TSF-239) que no ha podido clasificarse dentro de ninguna producción. En este caso, a diferencia del resto del registro del periodo, se observa la sustitución de una pasta muy calcárea por otra con un mayor componente silicio (55.2%) en la que, según los niveles de cuarzo observados (22.6%), probablemente los anti-plásticos estarían formados por unas pocas arenas inseridas en una matriz arcillosa moderadamente calcárea (CaO = 7.8%). A esta base, con escaso anti-plástico mineral (3.3%), se habría añadido una cantidad de materia orgánica mucho más baja que la observada en el resto de piezas de este asentamiento (5%). Es una pieza de textura fina y con escasos anti-plásticos, siendo éstos de un tamaño inferior a 800 µm, que se separa claramente del resto de las producciones o fábricas del yacimiento durante este periodo, que son altamente calcáreas. Como veremos, los rasgos observados en esta vasija resultan mucho más similares a los de otras de la fase posterior.

³³² En un caso, SM-362, se han identificado pequeñas cantidades de calcita cristalina (15%).

b.7) *Fábrica 14:*

Se trata de dos piezas mal clasificadas del *Puig de Sa Morisca* (SM-180, SM-140) que representan elecciones tecnológicas muy marginales dentro del conjunto. Estas pastas se caracterizan por la utilización de arcillas margosas a las que se ha añadido materia orgánica pero no calcita cristalina, en su lugar se ha optado por incorporar rocas calizas. En el caso de la pieza SM-180, todo indica que se han añadido brechas calcáreas. En lo que se refiere a la pieza SM-140, las rocas constatadas podrían proceder de la adición de una arcilla muy sucia, tal vez procedente de un depósito aluvial con abundantes arenas y gravas- En ambos casos parece ser que estos materiales habrían sido mezclados, presumiblemente, con una arcilla del Paleógeno como la del *Comellar de Sa Terra dels Gerrers*, dado que ambas pastas presenta abundantes foraminíferos planctónicos. En todo caso, la textura obtenida es parecida a la de muchas piezas de la Fábrica 1 que poseen abundante desgrasante mineral (16-17%) de tamaño grueso (> 800 µm) y escaso desgrasante orgánico (< 3.5%). Este aspecto, evidencia cómo, a pesar de haberse utilizado diferentes materiales se asiste, en cierta manera, a un mismo esquema de racionalidad a la hora de preparar la pasta.

b.8) *Fábrica 15:*

Relacionada con una única pieza (SM-659), constituye una pasta extremadamente marginal con escaso mineral (4%) asociada a la Producción SM-A1 que muestra, además de la utilización de escasa materia vegetal (4.4%) y calcita cristalina (5%) para desgrasar, la incorporación de cerámicas trituradas o chamota. La cerámica añadida responde a la típica de la Fábrica 3. Esta fábrica ha podido documentarse en dos piezas de *Son Fornés*, en niveles fechados entre 450-250 BC (Palomar 2005: 332 y 2009) y en niveles de los siglos V-IV BC de *Ses Paises* (Cau en Aramburu y Hernández 2005: 278).

Tras esta síntesis de las distintas fábricas constatadas en este periodo pueden extraerse varias conclusiones. En primer lugar, hay que comentar que se asiste a un aumento de la variabilidad en términos cualitativos que afecta a las fábricas presentes en esta fase, documentándose hasta ocho diferentes. Ello evidencia también una mayor variedad en los recursos empleados, tanto en lo que se refiere a las materias primas empleadas como a los desgrasantes que se han utilizado en las pastas. En este sentido, se puede afirmar que el número de elecciones tecnológicas así como los recursos explotados dentro de la producción cerámica del área de *Santa Ponça* se diversifican.

En segundo lugar, como puede observarse, en esta fase se invierten las fábricas predominantes respecto a periodos anteriores. Este cambio está representado por una disminución notable de la Fábrica 1 como pasta preferencial en la producción cerámica que, como se ha señalado, estuvo vigente con muy pocas alteraciones durante cerca de un periodo de 1000 años. Entre 500-250 BC se documenta su uso en un número menor de piezas (30.8%), aunque continua siendo muy importante dentro del registro, especialmente aquel que se vincula a la Torre I del *Puig de Sa Morisca*. Además, hay que señalar que las piezas de esta fábrica muestran un ligero incremento de la cantidad de materia orgánica respecto a las piezas de la misma asociadas a fases anteriores. De todos modos, la cantidad de este desgrasante detectada en ellas resulta muy baja, inferior a 4%, por lo que cabe pensar, a pesar de esta ligera diferencia, que las cualidades de las piezas serían muy parecidas en los distintos periodos. Es decir, muestran una clara semejanza formal entre ellas más que una diferencia acusada.

En lugar de esta pasta, se documenta de manera predominante (38.5%) a la Fábrica 3, muy marginal en el Bronce Final y al final del Talayótico. Ésta se muestra claramente enraizada, en lo que a su origen y concepción básica se refiere, con la F-1, pero incorpora algunos cambios substanciales respecto a ella. Estos cambios están relacionados con la introducción de cantidades importantes de un nuevo desgrasante en la pasta, la materia orgánica, que se usa conjuntamente con la calcita cristalina. Esta dualidad de las pastas en función de la presencia notable de desgrasante vegetal se ha observado en *Son Fornés* durante el Postalayótico, donde prácticamente el 100% del conjunto analizado poseía calcita como desgrasante pero sólo el 52.6% de las pastas presenta también desgrasante vegetal (Palomar 2005: 327-328 y 2009).

Podemos señalar, salvando las distancias, que las tendencias observadas entre este yacimiento y las pastas del *Puig de Sa Morisca* parecen corresponderse bien. En este yacimiento todas las pastas analizadas han presentado algún tipo de desgrasante de origen calcáreo añadido a la pasta, mayoritariamente calcita cristalina, sin embargo, este tipo de desgrasantes sólo se combinan con cantidades importantes de materia vegetal (>4%) en un 56.8% de los casos. El caso de la necrópolis de *Son Ferrer* parece ser más especial, puesto que en este yacimiento prácticamente el 100% de las muestras analizadas texturalmente de esta fase presenta cantidades altas de materia orgánica, por encima del 5% y más frecuente en torno al 11%. Más adelante se volverá a incidir en esta cuestión.

Basándonos en estas premisas, podemos concluir que uno de los rasgos que caracteriza a una gran parte del registro de este periodo es el auge de una fábrica que muestra la conjunción de desgrasante vegetal con calcita cristalina, utilizando como base arcillas calcáreas muy plásticas y finas. Como ya han señalado diversos autores (Palomar 2005 y 2009; Lull *et al.* 2008: 141), la implantación de la tradición consistente en utilizar calcita cristalina en las pastas fue tan importante y duradera en Mallorca que su uso se extiende claramente durante el Postalayótico I en gran parte de las cerámicas. En lo que se refiere a la materia orgánica introducida en la pasta, como han señalado algunos de estos autores, la cantidad añadida no parece corresponderse con una correlación positiva o negativa significativa vinculada con la cantidad de desgrasante mineral.

En nuestro caso, tampoco se observa una correlación significativa si se contempla un análisis con las variables porcentaje de mineral y de vegetal para todo el periodo postalayótico (r Pearson -0.45; $n = 97$). Lo mismo sucede considerando sólo el registro cerámico del Postalayótico I (r Pearson -0.47; $n = 40$). Como se ha apuntado brevemente y se desarrollará posteriormente, la cantidad de materia orgánica presente en las muestras podría ir estrechamente relacionada con el contexto de uso de los productos manufacturados.

Finalmente, hay que señalar que en el plano técnico la presencia de cantidades variables de desgrasante mineral de origen carbonatado en este tipo de pastas desgrasadas con vegetal podría estar relacionada, salvando las motivaciones culturales, con que esta estrategia previene también de la aparición de grietas y de las deformaciones que suelen sufrir las piezas con alto contenido en materia orgánica por los efectos de la cocción (Sestier 2005).

Puede concluirse que, tal y como indican múltiples autores, a partir del siglo V BC se observa cómo las piezas que antes estaban desgrasadas sólo con calcita empiezan a incorporar ahora también desgrasante vegetal³³³ (Waldren 1982 y 1991; Coll 1997b; Aramburu y Hernández 2005: 121; Palomar 2005 y 2009). Esta variación en la tradición insular se documenta exclusivamente en yacimientos de Mallorca, donde su uso es generalizado. Éste tipo de pastas se producen y incorporan, como se ha podido constatar, independientemente del tipo cerámico a fabricar³³⁴. Como se ha señalado a lo largo del trabajo, la adición de este tipo de desgrasantes habría podido tener ciertas ventajas de carácter técnico en vistas a realizar una fabricación bajo determinadas condiciones de producción. Sin embargo, su uso también habría resultado un exponente cultural que habría diferenciado a las comunidades de Mallorca y Menorca. El uso de este material en las cerámicas sería un fenómeno prácticamente exclusivo del ámbito mallorquín, ya que resulta poco habitual hallar pastas que desgrasen con materia vegetal en la cornisa mediterránea durante el Hierro Final³³⁵.

³³³ Si bien ya se ha señalado su presencia puntual en registros del Bronce Final y final de época talayótica de la zona de *Santa Ponça*. En *Son Fornés* se documentan pastas con materia vegetal desde la segunda mitad del siglo VI BC (Palomar 2009).

³³⁴ Lo mismo sucede en otras zonas donde se constata la utilización generalizada de desgrasante orgánico, como en el Neolítico Inicial en la zona de *Banat* (Rumanía). En esta zona, en la que también se mezcla la materia orgánica con desgrasante mineral, no hay una relación entre las pastas o las materias primas utilizadas en la producción en función de la tipología, la misma pasta se usa para todo tipo de piezas (Spataro 2006).

³³⁵ Una excepción lo constituyen yacimientos como *Sant Jaume/Mas d'en Serra* de la zona de Alcanar (Tarragona), situado a unos 25 km del Delta del Ebro. En él, como sucede en el registro del Postalayótico I analizado, entre los siglos VII-VI BC, se documenta en la producción cerámica la presencia de pastas que combinan calcita con desgrasante vegetal y otras que presentan únicamente calcita o materia orgánica (García y Rubert 2003 en Palomar 2005: 349).

El desgrasante vegetal añadido en este tipo de pastas suele ser de tamaño considerable, por lo que resulta fácil identificarlo macroscópicamente. De este modo, muchos autores han podido documentarlo sin necesidad de acudir al análisis microscópico. Con el objetivo de observar su dispersión en la isla y su presencia en diferentes contextos, podemos citar su constatación en las piezas del siglo IV BC de la necrópolis de *Son Real*, donde Tarradell *et al.* (1998) documentan piezas desgrasadas con mineral blanco y vegetal, según esta descripción, al parecer estarían asociadas a nuestra Fábrica 3.

También se documentan este tipo de pastas en el yacimiento funerario de *Son Boronat* (Guerrero 1979), en el poblado de *Son Fornés* (Palomar 2005 y 2009), en el abrigo de *Son Matge* (Waldren 1982: 348-356), en el santuario de *Son Marí* (Guerrero 1983: 300), en *Ses Paises*³³⁶ (Aramburu y Hernández 2005), etc.

Las cualidades de esta última fábrica cerámica contrastarían enormemente con las que habrían presentado las vasijas producidas durante el Bronce Naviforme y época Talayótica. Una de las premisas que ha sido comúnmente aceptada es que la adición de desgrasante vegetal implica un menor esfuerzo de trabajo a la hora de producir cerámicas, sin embargo, su uso presenta el inconveniente de generar piezas con una vida útil más reducida en comparación con otras desgrasadas únicamente con calcita (Waldren 1982 y 1991; Palomar 2005: 354; Albero 2007; Andreu *et al.* 2007; Palomar 2009; Albero 2010).

Una vez abordados los parámetros que definen a este tipo de fábricas muy orgánicas, debemos preguntarnos qué causas y fenómenos pudieron incentivar la asimilación y la utilización del desgrasante vegetal por parte de las comunidades postalayóticas de Mallorca. Como se ha observado anteriormente, existen múltiples sociedades en las que se constatan cambios en los desgrasantes y los materiales empleados en la producción cerámica. Generalmente, el desgrasante vegetal es un material que caracteriza a las producciones cerámicas de las primeras sociedades neolíticas, normalmente ligadas a estilos de vida nómadas o semi-nómadas (London 1981; Sestier 2005).

³³⁶ En este yacimiento se documenta abundantemente este desgrasante desde mediados y finales del siglo V y IV BC, asociándose al grupo 13 de Cau (en Aramburu y Hernández 2005: 139).

Por regla general³³⁷, un cambio en los desgrasantes utilizados suele comportar el paso de pastas vegetales a otras minerales, menos porosas y con una mayor durabilidad, que se ajustan mejor al perfil observado en sociedades sedentarias. Sin embargo, se documentan algunos casos³³⁸ más singulares en los que se sustituye el uso de pastas minerales por otras vegetales.

Este cambio en los materiales y las pastas utilizadas se ha considerado, desde una postura materialista cultural y funcionalista, como un retroceso tecnológico, donde el uso de materia orgánica proporciona productos de peor calidad, con pastas más porosas y quebradizas. Por esta razón, al no responder, estos artefactos, a un esquema tecnológico de corte evolucionista en términos de desarrollo de la optimización del producto fabricado, se considera que su adopción responde más a causas sociales (Mainman 1982).

En nuestro caso, aceptamos que se produce una alteración de las cualidades del producto que está relacionada con sus propiedades físicas y mecánicas, afectando ello a los procesos de fabricación, uso y mantenimiento de la cerámica así como determinando su esperanza de vida potencial. En definitiva, la calidad de la cerámica, entendida ésta en el sentido artesanal del término³³⁹, se reduce al introducir materia orgánica. Sin embargo, estos rasgos no conllevan un retroceso tecnológico sino que debe considerarse que las elecciones tecnológicas constatadas en el modo de preparar las pastas responden satisfactoriamente, y dentro de las posibilidades de los individuos, ante nuevas necesidades y prácticas sociales.

Finalmente, hay que señalar que, contrarrestando los efectos técnicos negativos que tienen este tipo de pastas, se ha constatado arqueométrica y macroscópicamente la aplicación de engobes en numerosas cerámicas de este periodo (García Rosselló 2010). Esta solución permite reducir la porosidad abierta de las cerámicas, mejorando ciertas cualidades de la misma, favoreciendo su aplicación funcional así como la calidad de este tipo de pastas.

³³⁷ Por ejemplo en *Moundville* (Alabama, EEUU) se pasa de utilizar desgrasante vegetal a desgrasar las pastas con desgrasante mineral y concha (Steponaitis 1984).

³³⁸ Por ejemplo, en la cerámica de Canterbury en el Reino Unido (Mainman 1982).

³³⁹ En este sentido, distintas calidades se relacionan con distintas inversiones de trabajo, materiales y tiempo en relación a la obtención de distintos tipos de productos con unas especificaciones determinadas y el cumplimiento de unos requisitos. Éste término no comprende entonces el valor social que otorga el usuario al producto.

Este tipo de engobes y soluciones tecnológicas, que minimizarían ciertos efectos poco deseables de la utilización de desgrasante vegetal, podrían ser también comunes en cerámicas indígenas de múltiples contextos funerarios postalayóticos. Como dedujo C. Ensenyat (1981: 130) a través de estudios macroscópicos en estos contextos se constatan cerámicas “...hechas a mano, utilizando barro ocre o negro; el desgrasante está formado por caliza machacada, tan abundante en toda la Isla, y partículas o sustancia vegetal que, al cocerse, dejan la impronta en la superficie del vaso. Tienen la superficie recubierta frecuentemente por un fino engobe realizado con la misma pasta más depurada y suele estar bruñido o a veces pulido...”

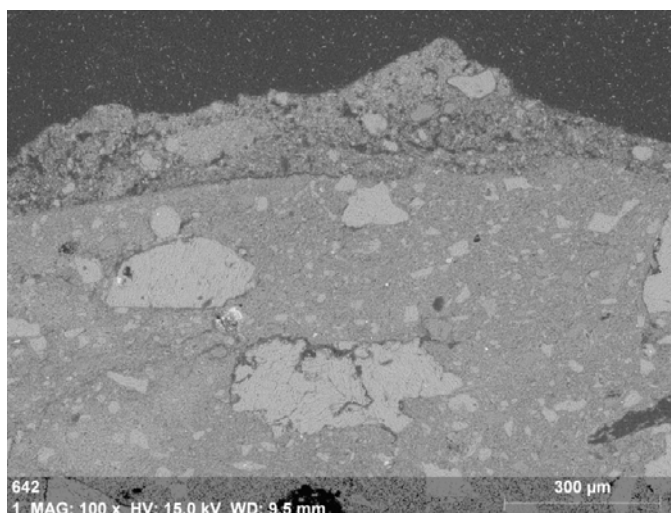


Figura 424. Imagen de un engobe en la pieza SM-642 asociada a la Fábrica 3 tomada con SEM.

c) Cocción.

En lo que respecta a las estrategias de cocción se observa una gran preferencia por la utilización de cocciones abiertas oxidantes de muy corta duración y con una baja TCE <700 °C (Tablas 20 y 22). Ello se deriva del buen estado de conservación de los carbonatos en los estudios ópticos y de los picos de calcita en los análisis de DRX, así como por la presencia de abundante materia vegetal no grafitizada en la pasta y la ausencia de fases de alta temperatura o de señales de vitrificación en todas las cerámicas analizadas. La utilización de atmósferas oxidantes se generaliza, incluso, dentro de la Fábrica 1, que si bien era cromáticamente variable presentaba, en los periodos anteriores, tendencias reductoras. De este modo, se constata ahora como un 44% de las piezas de esta fábrica se cocieron en atmósfera oxidante, asociándose, por tanto, a la Sub-fábrica 1.2.

Todos estos datos concuerdan con los resultados obtenidos del registro cerámico, fechado entre 450-250 BC, estudiado en *Son Fornés*, donde también se documentó la preferencia por utilizar cocciones oxidantes a baja temperatura y corta duración (Palomar 2005: 90 y 2009). Sin embargo, la estrategia comentada contrasta con la señalada por W. Waldren (1982: 348-356) en lo referente a la temperatura de cocción de cerámicas postalayóticas de la zona de *Valldemossa*. En este caso, y según este autor, las pastas, a pesar de ser muy parecidas a las que hemos constatado, presentan señales de vitrificación incipiente, situando la temperatura de cocción en torno a los 800 °C.

Los datos obtenidos para la estrategia de cocción observada en este periodo pueden ser relevantes para aproximarnos también a aspectos relacionados con la organización de la producción. En este sentido, los estudios etnográficos realizados por A. Livingstone-Smith (2007) sobre más de 80 cocciones evidencian que pueden existir claras relaciones entre la escala de la producción y la duración de la cocción así como el tiempo de exposición a temperaturas superiores a 700 °C. Las cocciones a pequeña escala rara vez superan los 30 minutos de duración y tienen un tiempo de exposición nulo o muy corto a temperaturas más altas que la señalada. Precisamente, como se ha señalado, éstos son rasgos que caracterizan la estrategia de cocción establecida a partir del análisis del registro cerámico de varios yacimientos.

En este tipo de estrategias, una producción organizada en función de cocciones a pequeña escala implicaría el desarrollo de un mayor número de hornadas, especialmente si se considera que las pastas vegetales utilizadas en muchos casos, en combinación con esta estrategia de cocción, proporcionarían un producto menos resistente y duradero, es decir, que requiere de un mayor reemplazo. Este modo de organizar la producción también habría afectado a la estabilidad tecnológica ya que, con el incremento de hornadas, el artesano dispone de más ocasiones para expresarse y, por tanto, para experimentar e introducir innovaciones dentro de su producción. En estos casos, se puede incrementar la variabilidad de la producción y se pueden suceder cambios potenciales en las cerámicas en periodos más cortos de tiempo (De Boer 1984). En este sentido, considerando que todas las fases del proceso de fabricación están interrelacionadas, pensamos que la estrategia de cocción constatada pudo posibilitar, potenciar y explicar, al menos en parte, la alta variabilidad que se observa a nivel de producciones y fábricas en esta fase.

Por otro lado, resulta interesante plantear si la incorporación del desgrasante orgánico a las pastas de muchas de las cerámicas puede tener alguna relación con el proceso de cocción. A veces, la adición de desgrasante vegetal a las pastas puede responder a una intención del alfarero por conseguir una coloración negruzca en la cerámica (Olaetxea 2000). Sin embargo, en las muestras analizadas, dada la variedad de gamas cromáticas observadas y el predominio de superficies oxidadas, no parece que haya una combinación entre el desgrasante vegetal y el tipo de cocción empleada que responda a una conducta encaminada a conseguir tal efecto. Ello denota que la obtención de una coloración oscura de las superficies, a partir de la adición de desgrasante vegetal, no estaba entre las prioridades del alfarero.

Una de las hipótesis que podrían ser interesantes a la hora de interpretar las causas de la introducción de ciertas innovaciones en las técnicas y los materiales utilizados, como el desgrasante orgánico, es precisamente un cambio en la estructura social de la producción. En nuestro caso, este cambio resulta claramente visible en la variabilidad de las cerámicas y en la estrategia de cocción. Como se ha visto, la cocción de cerámicas en atmósfera reductora/oxidante a bajas temperaturas y en cocciones de larga duración y a gran escala resulta plenamente factible para época talayótica, y posiblemente para el Bronce Naviforme. Estos rasgos encajan con los rasgos de las muestras analizadas y con estructuras de cocción como la hallada en *Sa Talaia de Torrepetxina* (Menorca). Este tipo de cocciones requieren de estructuras que precisan de mayor esfuerzo en su fabricación, pudiendo colaborar en el desarrollo de la cocción más individuales, existiendo un mayor grado de cooperación entre ellos en actividades como la recogida de combustible, el cargado del horno, su vigilancia y desmonte.

La desestructuración de estrategias de cocción a mayor escala típicas de época talayótica, tal vez relativamente centralizadas por especialistas alfareros, habría favorecido, por un lado, la adquisición de un nuevo componente en las pastas, el desgrasante vegetal. Éste habría colaborado, al margen de otros beneficios, en la cocción efectiva de las piezas a baja temperatura y en estructuras más sencillas donde se controlan muy poco ciertas variables, como las atmosféricas y las ambientales.

Por otro lado, este tipo de estructuras se habrían ajustado mejor a producciones de tipo doméstico o descentralizado, que son, como se verá posteriormente, las que parecen predominar en esta fase³⁴⁰. Este tipo de organización de la producción, que se ajusta mejor con este tipo de estrategias de cocción, explicaría a su vez el aumento del grado de variabilidad observado en la cerámica de este periodo. Normalmente cuando la producción se realiza estacionalmente, en el ámbito doméstico y resulta una actividad complementaria de otras subsistenciales, determinados grupos sociales no pueden controlar la producción, ya que ésta está encaminada hacia un consumo doméstico, situado dentro de la esfera familiar e individual. Ello repercute en un aumento de la variabilidad de los productos fabricados.

En estos casos, el control de la producción se realiza más mediante la tenencia de los recursos, la estructura social de la producción y la unicidad de las materias primas empleadas por los distintos productores.

Este tipo de estrategias de cocción se relaciona bien con las estructuras de combustión típicas de las casas postalayóticas que, ocupando un lugar central, podrían utilizarse para la preparación de alimentos, pero también en otras actividades, como la cocción de aquellas cerámicas más pequeñas (Guerrero *et al.* 2006: 177). La utilización de estructuras de este tipo para la cocción habría afectado necesariamente a la escala de la producción que puede desarrollar cada unidad productiva. Además, la ausencia de cocciones conjuntas de tipo colectivo habría eliminado la necesidad de una estandarización de las pastas utilizadas entre todos los productores. Ello permite que la elección de distintos materiales por parte de las diferentes unidades que participan de la producción sea viable, aumentando la variabilidad del conjunto cerámico. Al mismo tiempo habría hecho innecesaria la presencia de especialistas encargados de supervisar la fase de cocción. Finalmente, el traslado de la totalidad del proceso de producción al ámbito individual habría favorecido producciones domésticas, es decir, más situadas en el ámbito privativo y menos en el público.

³⁴⁰ En *Son Fornés* se ha adscrito la producción alfarera al ámbito doméstico en función de la presencia de herramientas de alfarero, como bruñidores de cerámica y losas de trabajo, y de la presencia de materias primas asociadas a la producción. En concreto se documenta un bloque que ha sido interpretado por su naturaleza, como el origen de la materia prima utilizada como desgrasante (Palomar 2005: 122).

Todo este proceso unido a un cambio en los contextos en los que se desarrolla la producción habría comportado una menor interacción entre la totalidad de los artesanos, que tienen más libertad de elección tecnológica, comportando un aumento de la variabilidad en los rasgos del registro. Esta variabilidad se podría haber incrementado también a causa de una deslocalización de los contextos de aprendizaje y una desestructuración de los sistemas de transmisión de conocimientos. Toda esta dinámica habría desembocado en un registro material más variable en sus rasgos básicos, tal y como se observa en las piezas del Postalayótico.

Desde un punto de vista ecológico, se puede indicar también que, junto a estos cambios organizativos que pudieron alterar enormemente los rasgos de la producción, pudieron producirse simultáneamente cambios en los combustibles utilizados. Tal vez la utilización de un tipo de combustible diferente al utilizado en fases anteriores pudo ser capaz, así mismo, de promover ciertas alteraciones en las estrategias de cocción utilizadas tradicionalmente. De este modo, en el yacimiento de *Son Fornés* (Montuiri, Mallorca), se han documentado cambios en el tipo de combustible utilizado para la cocción en distintos periodos.

Mientras en época Talayótica se observa cierta preferencia en el uso de *Olea Europaea*, en el Postalayótico la opción más utilizada, junto con la anterior, es el *Pinus Halepensis* (Palomar 2005: 329). Además, los análisis polínicos efectuados en la isla (Pérez *et al.* 2000), incluyendo algunos específicos del área estudiada (Servera *e. p.*; Llergo *et al.* *e. p.*), evidencian como antes del cambio de era se estaba produciendo una progresiva disminución de la cobertura arbórea en detrimento de especies herbáceas en el entorno más cercano a los yacimientos. Este cambio paleo-ecológico pudo desembocar en un cambio en las estrategias de gestión de los recursos, tanto en lo que se refiere a los desgrasantes como al combustible, utilizados en la producción de cerámica, afectando ello a la cadena operativa en su conjunto.

El control de la cocción depende, en gran medida, del tipo de estructura y los combustibles utilizados (García Rosselló y Calvo 2006). En este caso, se usan estructuras de tipo abierto en las que, como sugiere la variabilidad de las gamas cromáticas de las superficies de las cerámicas, la atmósfera era pobremente controlada (García Rosselló *et al.* *e. p.*). De todos modos, aunque las cerámicas obtenidas de estas cocciones y pastas orgánicas tienen una vida de uso más limitada, éstas pueden desempeñar posteriormente su función sin problemas durante cierto lapso de tiempo.

Siguiendo esta estrategia de cocción la temperatura se mantiene por regla general por debajo de la temperatura de reacción de la calcita, reduciendo los efectos nocivos de la utilización de arcillas muy calcáreas y de la adición de desgrasantes de origen carbonatado para confeccionar las pastas cerámicas. Esta misma estrategia de cocción se deriva del estudio realizado por B. Palomar (2005) sobre cerámicas postalayóticas adscritas a c. 450-250 BC procedentes del poblado de *Son Fornés* (Montuiri, Mallorca).

d) Tipología y modelado.

Dentro de la producción cerámica, el periodo de transición entre el Talayótico y el Postalayótico (600-500 BC) no sólo empieza a afectar a las pastas sino también a las formas. En esta fase empiezan a observarse elementos nuevos, como las crestas o las asas de cinta, que serán muy comunes en el Postalayótico. Este aspecto está ejemplificado en nuestro registro por vasijas como TSF-1090 y TSF-1122. Estas vasijas representan elementos formales nuevos pero, como se ha confirmado en la primera y parece derivarse de la observación macroscópica de la pasta de la segunda, conservan pastas que se corresponden perfectamente con esquemas típicos de época talayótica.

Una convivencia entre formas antiguas con otras nuevas pudo establecerse también en las habitaciones G4 y G1 de *Son Fornés* (c. 760-410 BC), donde tipologías propias del talayótico se documentaron espacialmente junto formas típicas del Postalayótico (Palomar 2005: 333-347).

Estos cambios anticipan una profunda reformulación de los tipos que será patente en plena época postalayótica. En lo que se refiere a la tipología podemos, al haber podido realizar una clasificación tipológica y funcional basada en el registro analizado, centrarnos en datos tipológicos y morfométricos propios. Éstos no están basados en los resultados de otras investigaciones efectuadas sobre otros yacimientos y áreas geográficas, como ocurría en fases anteriores. Los tipos asimilados a este periodo proceden de la necrópolis de *Son Ferrer* (Ámbito funerario I) y de la Torre I del *Puig de Sa Morisca* (García Rosselló *et al.* inédito).

En este periodo los tipos exclusivos de fases más antiguas del turriforme de *Son Ferrer* (Tipos 16, 19.2 y 26), adscritos a un momento tardío dentro del periodo Talayótico, desaparecen. De este periodo, sólo perduran el Tipo 7.1 y el Tipo 1, representado cada uno por una pieza, procedentes de niveles del siglo IV BC del *Puig de Sa Morisca*. Por el contrario, las formas cerámicas que se confeccionan durante una primera fase del postalayótico son, en muchos casos, las mismas que encontraremos a partir del siglo II BC (Subtipos 4.1 y 4.2 12.2, 21.1, 22.1 22.2). Sin embargo, hay un número elevado de tipos que tan sólo los encontramos en el turriforme escalonado de *Son Ferrer* (subtipos 4.4 y 27.3 y Tipos 6 y 14). Igualmente, el subtipo 12.2 perdura en los siglos II-I BC, pero sólo se conoce en el área de *Santa Ponça*. El resto de tipos se encuentran en diferentes zonas de Mallorca en el siglo V-IV BC y perduran hasta el siglo I BC.

Además de existir una ruptura tipológica con la fase talayótica, a partir de este momento las vasijas presentan, al menos en *Son Ferrer*³⁴¹, un peor acabado de la forma que el observado en las piezas del periodo anterior, destaca la presencia de deformaciones y una falta de simetría. Este fenómeno se observa también en otros yacimientos de Mallorca. Se constata también, como ya se ha observado en las pastas, una alta variabilidad formal reflejada en el elevado número de tipos que conforman la vajilla cerámica del periodo.

En muchos casos se puede hablar prácticamente de un tipo por pieza. Esta situación no es sólo característica del área de *Santa Ponça* sino que es similar a la existente en otros yacimientos de la isla. Por otra parte, no hay indicios de una estandarización formal dentro de cada tipo, tampoco dentro de un mismo yacimiento y entre distintos yacimientos. Prácticamente no hay dos vasijas formalmente iguales. Aunque éstas presenten una misma identificación en base a la Familia y a la Forma Básica, existe una alta variabilidad según el tipo de bordes, molduras, elementos de presión y elementos plástico-decorativos.

³⁴¹ Los tipos del siglo IV BC de la Torre I del *Puig de Sa Morisca* constituyen una excepción. Éstos son radicalmente diferentes a las vasijas que se encuentran durante el mismo periodo en otros yacimientos de Mallorca y en el cercano turriforme escalonado de *Son Ferrer*. Estas vasijas presentan acabados y regularidades formales más similares a las existentes en el periodo anterior.

Los elementos secundarios adheridos a la pieza varían tanto en la forma, como en su distribución y combinación. Del mismo modo, las decoraciones nunca son iguales entre dos piezas, variando la disposición y la morfología de los elementos decorativos. Cabe pensar así mismo que las asas se utilizan, muchas veces, como un elemento decorativo o individualizador del producto. Hay muchos tipos de los que no se conocen paralelos en otros yacimientos y pueden ser considerados exclusivos del área de *Santa Ponça*. Lo mismo pasa en otros yacimientos de esta fase, donde suelen aparecer tipos exclusivos dentro de cada estación. La mayoría de piezas que están presentes en otros yacimientos aparecen tanto en contextos de habitación, como funerarios o rituales, por lo que hay algunas formas que se utilizan indistintamente en distintos contextos. Ejemplo de ello son los tipos asociados a contenedores utilizados como urnas de enterramiento en *Son Ferrer*, que también aparecen en diferentes habitaciones del *Turó de Ses Abelles*. Lo mismo ocurre con las denominas *copas crestadas* o los *askoi indígenas*. Finalmente, se puede observar la escasez de contenedores de grandes dimensiones que están presentes en esta fase. Como se verá posteriormente, ello probablemente obedece a un incremento de la sustitución de estos contenedores a mano por ánforas importadas, que son reutilizadas para estas funciones, como se ha demostrado para periodos posteriores en el yacimiento de *Turó de Ses Abelles*.

27.5.1.2. Conclusiones: organización de la producción.

Los cambios en la cerámica, dentro de una primera fase del Postalayótico y respecto a fases anteriores, se producen en las materias primas utilizadas y en el procesamiento que se hace de las pastas, pero también en el proceso de cocción, afectando ello tanto a la TCE como a la duración y las estructuras utilizadas en la cocción. Todas estas novedades introducidas afectan enormemente al producto final obtenido alterando sus cualidades (porosidad, resistencia termo-mecánica, durabilidad, etc.), la relación con el entorno natural y al proceso de producción en su conjunto, especialmente en su tiempo y espacio. Este cambio en las cadenas operativas, los materiales, las técnicas y el producto final puede evidenciar cambios en la organización de la producción.

En esta fase podrían haberse alterado profundamente aspectos como la interacción que establece entre los artesanos, los sistemas de transmisión de conocimientos y la escala de la producción, así como el uso que se hace de los artefactos y el significado que éstos adquieren dentro de la sociedad. Ya se ha hablado anteriormente de los cambios que se suceden en los materiales empleados en las pastas y en las técnicas de cocción, así como su posible implicación en los procesos de organización de la producción. De este modo, ahora se van a desarrollar algunos aspectos más centrados en el tipo de productos que se obtienen en esta fase:

a) Intensidad de la producción.

Muchas de las soluciones constatadas respecto de los otros periodos, como la introducción de importantes cantidades de materia orgánica o la utilización de cocciones más cortas y a menor temperatura, conllevan una mutación del tipo de producto obtenido. Éste presenta claras diferencias en sus cualidades respecto a los productos de la Fábrica 1, típica del Bronce Final, época talayótica y todavía importante en esta fase postalayótica. De este modo, los materiales más abundantes dentro del registro de esta época, los de la Fábrica 3, habrían tenido una menor esperanza de vida en comparación con las de épocas anteriores, por ejemplo, al ser más porosos, habrían sido más vulnerables a procesos abrasivos. La gran mayoría de pastas muy orgánicas constatadas durante el postalayótico poseen escasa calidad técnica, y exigen de un alto nivel de reemplazo.

Ello significa que materiales de distintos momentos y, como se verá posteriormente, de diferentes contextos, tienen una vida de uso potencial diferencial, afectando, necesariamente, a la intensidad de la producción. En este sentido, pueden existir en comunidades alfareras una relación entre un incremento de la intensidad de producción y un empeoramiento de la calidad y la durabilidad de las piezas producidas (García Rosselló 2008: 63).

b) Valor social del producto.

Las cerámicas pueden constituir uno de los bienes más durables a disposición de un amplio segmento de la sociedad y las propiedades mecánicas de los artefactos pueden expandir y contraer el uso social que se puede hacer de los objetos, así como su inclusión en determinadas prácticas sociales. El significado de los objetos está entonces íntimamente relacionado con la conexión temporal de las personas y, en ello, influyen aspectos como la durabilidad de la cerámica. Cuestiones como la durabilidad de los materiales dependen en gran medida de aspectos físico-químicos pero van más allá del objeto, el uso y la función. (Arnold 1985: 140-141; Burst 1991; Miller 1994; Jones 2002). En este sentido, la consecución, buscada o inconsciente, de un producto con unas determinadas características físicas y una esperanza de vida específicas puede influir en el valor social que otorgan las personas a una determinada cultura material

Sin embargo, hay que señalar, que ello no conlleva que el valor social de un artefacto dentro de una sociedad pueda ser concebido sólo a partir de unos parámetros universales basados en las propiedades físicas de los materiales. Uno de los principios en que se sustenta la importancia social del objeto es su valor económico, sin embargo, los objetos valiosos para una sociedad pueden no serlo para otras (Carreras y Nadal 2003). El estilo de vida y las formas de organización de la sociedad condicionan la aceptabilidad de determinados productos finales y, por tanto, de cadenas operativas particulares. De esta manera, como presuntamente sucede con las pastas vegetales, muchas cerámicas son aptas para ser utilizadas pero presentan una durabilidad limitada y requieren de un alto nivel de reemplazo. En este sentido, debemos considerar que se produce un compromiso en el proceso de producción entre estructura doméstica, materiales, proceso de fabricación, uso y mantenimiento.

Con ello, se quiere enfatizar aquí el hecho de que la aceptabilidad de determinados productos, ligados a tradiciones tecnológicas específicas, está fuertemente condicionada por factores que no son técnicos. Una vez se ha asimilado una determinada tradición tecnológica, de acuerdo con una serie de necesidades y prácticas sociales, se crea un estereotipo de artefacto formalizado en recetas que sirven de base para la acción y que favorece cierta eficiencia de los objetos ante una determinada situación (Schiffer y Skibo 1987).

Una vez consideradas estas premisas, hay que indicar que los artesanos pueden intervenir con sus acciones, las técnicas y los materiales que utilizan así como con el esfuerzo y los medios que invierten en la producción, en el grado de durabilidad de los artefactos. Ello puede realizarse tanto con el objetivo de incrementar como de disminuir el tiempo de vida potencial de la cerámica³⁴² de acuerdo a una serie de necesidades conocidas de antemano. Éste constituye un aspecto sumamente relevante ya que existe una relación entre la forma en que se gestionan los recursos y se confeccionan los objetos con el valor que la sociedad y el individuo otorga a los mismos.

Desde aquí planteamos, a modo de hipótesis, que el valor social que se dio a las cerámicas, bien sea por motivaciones conscientes como inconscientes, pudo ser distintivo en un periodo u otro. En este sentido, ya se ha señalado la gran importancia que tuvo desde el Bronce Medio, y también en este periodo, la tradición tecnológica materializada en la utilización de margas calcáreas en conjunción con calcita. Esta opción tecnológica proporciona productos más durables, con los que los individuos interaccionan y practican durante más tiempo, favoreciendo este proceso la adquisición de significados más profundos.

Por el contrario, las pastas con materia orgánica habrían proporcionado productos más limitados en su esperanza de vida, minimizando el desarrollo de este tipo de fenómenos. Sin embargo, probablemente, el contexto de las cerámicas procedentes del ámbito funerario de *Son Ferrer*, donde el componente vegetal adquiere su mayor exponente, no debió restar cierto significado simbólico a las cerámicas. Si bien se observa una mutabilidad clara en el registro y en su posible significación en otro tipo de contextos, como los de hábitat.

En este tipo de contextos, en los que se desarrolla la vida cotidiana, las actividades de uso y mantenimiento de los artefactos tienen una mayor importancia. En este sentido, un cambio en la durabilidad de las cerámicas habría podido repercutir en el uso potencial de las vasijas y también en la tecnología de *Producción de Mantenimiento* (Castro *et al.* 2002a) que va asociada con las mismas, afectando al desarrollo de determinadas prácticas sociales en las que las cerámicas están implicadas.

³⁴² El tema de la durabilidad se ha tratado en arquitectura tradicional, donde se suele considerar que un mayor esfuerzo inicial en el proceso de manufacturación favorece aspectos como la longevidad de las estructuras (García Grinde 2007).

Puede concluirse que el cambio que se observa entre el registro cerámico de época talayótica y postalayótica resulta un claro ejemplo de cómo formas de hacer determinadas están sujetas a alteraciones y reinterpretaciones llegando, en muchos casos, a una total decadencia y abandono. La adición de desgrasante vegetal en pastas muy calcáreas y la utilización de nuevas estrategias de cocción conllevan cambios profundos dentro la cadena operativa, la relación con el entorno y el producto final obtenido. Todo ello afecta además potencialmente a las propiedades, a la vida útil y al valor social de los objetos. Ya se ha planteado además como estos cambios podrían estar, posiblemente, relacionados con un cambio en la intensidad y los contextos de producción así como en los sistemas de transmisión de conocimientos, la interacción y el perfil que desarrollan los alfareros. Todo ello en conjunto, podría remitir a nuevos modos de organizar la producción relacionadas con nuevos condicionantes sociales.

Una vez propuestas todas estas múltiples líneas de hipótesis a partir del análisis de los rasgos de los artefactos de este periodo y su comparación formal con los de otros anteriores, resulta vital plantear el marco social y contextual en el que se producen estas variaciones en las elecciones tecnológicas, ya que éstas podrían constituir un importante indicador de cambio sociocultural. Este marco histórico será abordado posteriormente, tras explicar los rasgos de la producción de cerámica a mano durante el Postalayótico Final. A nivel analítico ha sido posible establecer claramente dos fases dentro del registro cerámico de época postalayótica, sin embargo, a nivel discursivo pensamos que ambos periodos responden a unas mismas dinámicas históricas y sociales, resultando de mayor utilidad establecer una visión global y unitaria de los fenómenos que caracterizan al periodo en su conjunto.

27.5.2. La producción cerámica durante el Postalayótico II (250-50 BC): Turriforme escalonado de *Son Ferrer*, *Turó de les Abelles* y *Puig de Sa Morisca*.

27.5.2.1. Rasgos de la producción.

El registro analizado de esta fase está centrado exclusivamente en el área de *Santa Ponça*, de la que se han analizado un total de 66 cerámicas adscritas al *Turó de les Abelles* ($n = 38$), al *Turriforme escalonado de Son Ferrer* ($n = 27$) y al *Puig de Sa Morisca* ($n = 1$). En lo que se refiere a las pastas cerámicas el primer aspecto que resalta es el descenso que se produce en la cantidad de CaO y calcita en todos los yacimientos respecto a los niveles observados entre 500-250 BC. Como ya se había propuesto en otros trabajos (Aramburu y Hernández 2005: 139; Albero 2007), parece ser que a partir del siglo III/II BC se abandona el uso de pastas extremadamente calcáreas ligadas a la introducción de distintos tipos de desgrasantes de naturaleza carbonatada. Este proceso se ha constatado, por el momento, en dos áreas de la isla muy distantes entre sí como son *Calvià* y *Artà*, lo que indica que podría ser un fenómeno relativamente generalizado en la isla. A pesar de esta tendencia general, los yacimientos han mostrado diferencias notables en el registro cerámico que presentan, remitiéndonos ello a una multiplicidad de soluciones tecnológicas y de estrategias de fabricación. Si se observan las medias obtenidas para ciertas variables de las pastas en los conjuntos cerámicos del *Turó de les Abelles* y el turriforme escalonado de *Son Ferrer* puede inferirse que las diferencias entre ambos yacimientos se plasman en una serie de rasgos como:

- Mayores niveles de Fe_2O_3 en la mayoría de cerámicas del *Turó de les Abelles*.
- Mayores niveles de desgrasante, tanto mineral como orgánico, en las piezas de *Son Ferrer*.

A pesar de estas diferencias, se observa que la media de CaO de las piezas de esta fase se mantiene muy parecida en ambos yacimientos, aunque esta coincidencia no se relaciona con un alto grado de normalización, ya que la desviación típica se ha mostrado muy alta, con un alto grado de variación ($cv = 0.58$, $n = 58$). Los histogramas realizados muestran perfectamente una distribución trimodal de los individuos en función de esta variable.

Se observa la presencia mayoritaria en el registro de piezas relativamente “poco” calcáreas (% CaO <12%) y un número moderado de calcáreas (% CaO > 15-25) o muy calcáreas (% CaO 25-40%). Estas diferencias implican divergencias importantes en el tipo de producto final obtenido en esta fase, en sus cualidades, en los materiales y procesos de fabricación utilizados en la producción. Se puede apuntar, por tanto, hacia un cambio en las tendencias observadas anteriormente. El incremento de las piezas con bajos niveles de CaO indica, como se ha observado petrológicamente, que la adición de calcita cristalina y otros desgrasantes calcáreos, muy importante en el proceso de fabricación cerámico en periodos anteriores, se ha reducido sustancialmente e incluso abandonando en la fabricación de muchas de las piezas. Ello proporciona, al mismo tiempo, un descenso en la cantidad de anti-plásticos minerales observados en las pastas, que es solventada con el incremento del desgrasante orgánico. Se puede apuntar, por tanto, hacia nuevas elecciones tecnológicas que afectarán ciertos parámetros de la producción que habían estado vigentes durante un largo periodo de tiempo y que incluso se habían mantenido en gran parte del registro analizado perteneciente al Postalayótico I.

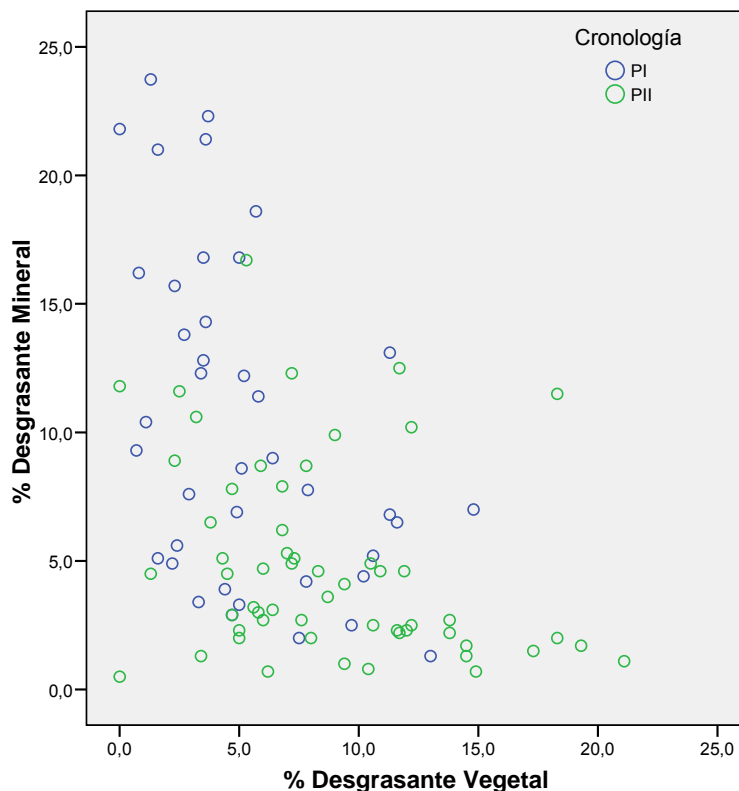


Figura 425. Gráfico de dispersión de las piezas del Postalayótico en función del % de desgrasante mineral y vegetal (en volumen). Observar como las piezas más tardías muestran una clara tendencia a incorporar menor cantidad de anti-plásticos minerales.

Una de las diferencias establecidas en el registro está en función de la cantidad de CaO y Fe₂O₃ que presentan las muestras. Éstas quedan patentes en el gráfico bi-variante realizado, donde se observa un grupo muy ferruginoso exclusivo del *Turó de les Abelles* así como la separación de las piezas en distintos grupos en función de la naturaleza más o menos calcárea de los individuos. Este aspecto evidencia, al igual que sucedía ya en el Postalayótico I, un alto grado de variabilidad en el registro que se materializa en un alto número de Producciones y Fábricas.

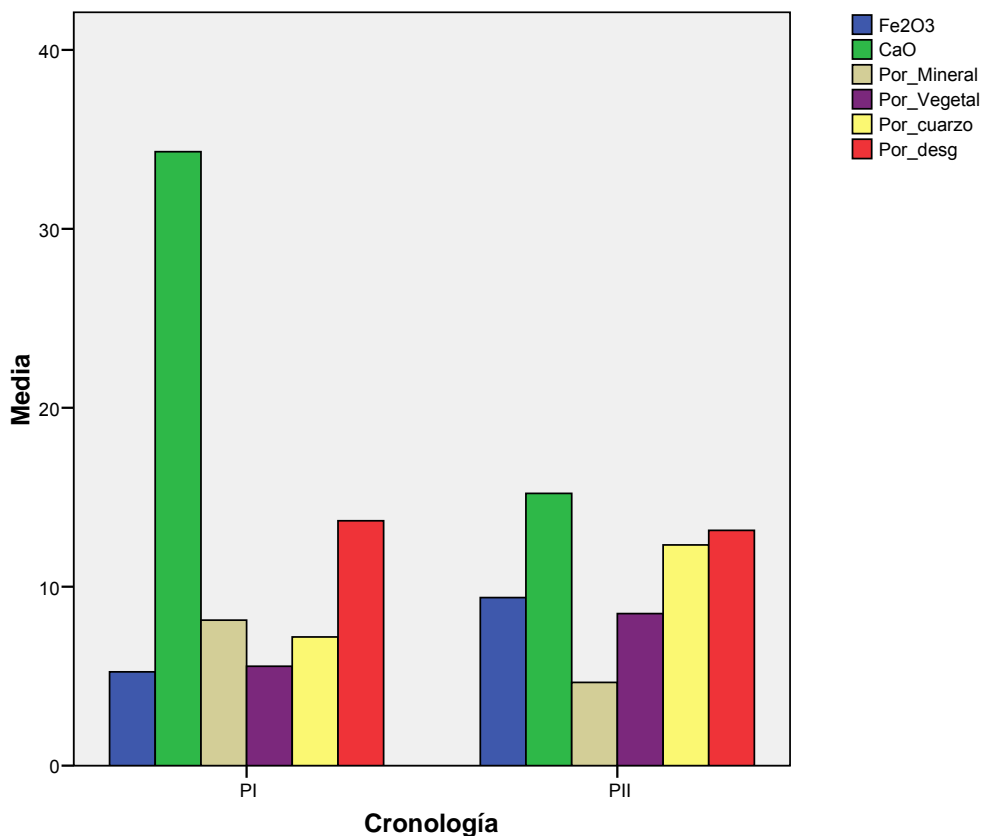


Figura 426. Medias obtenidas para los porcentajes de algunas variables de las pastas en función de la cronología, observar el descenso en las concentraciones de CaO y porcentaje mineral durante el Postalayótico II y el incremento en esta fase de las cantidades de cuarzo, materia vegetal y Fe₂O₃.

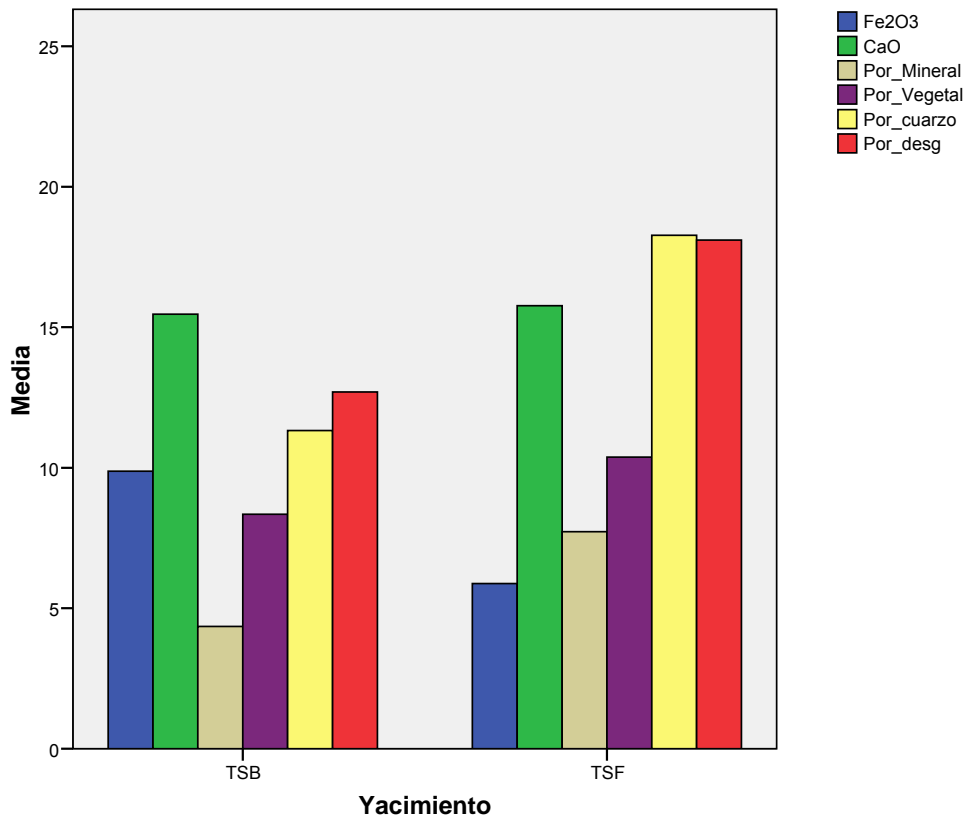


Figura 427. Medias obtenidas para los porcentajes de algunas variables en función del yacimiento durante el Postalayótico II, observar una media mayor en *Son Ferrer* de las cantidades totales de desgrasante, desgrasante mineral y cuarzo y la mayor incidencia del Fe_2O_3 en el *Turó de les Abelles*.

Cuadro 80. Estadísticos descriptivos para valores de las pastas para las piezas del Postalayótico II del turriforme escalonado de *Son Ferrer*, *Turó de les Abelles* y *Puig de Sa Morisca*.

	N	Media	Desv. típ.
% Fe_2O_3	58	8,54	3,37
% Calcita	49	44,73	24,35
% cc	8	6,50	6,16
% CaO	58	16,89	9,85
% Mineral	56	4,89	3,81
% Vegetal	56	8,72	4,87
% Cuarzo	49	12,39	6,95
% Desgrasante	56	13,61	5,22

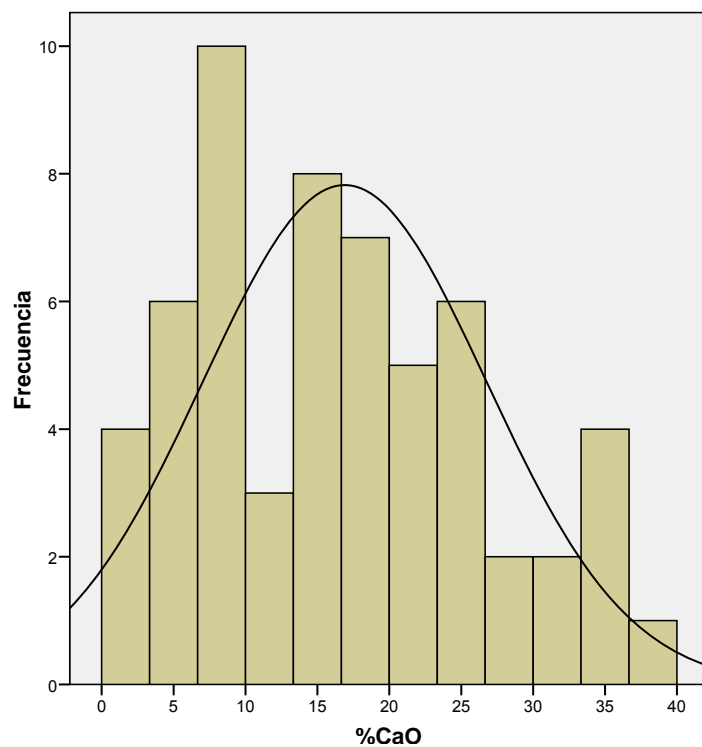


Figura 428. Histograma mostrando una distribución trimodal de los individuos del Postalayótico II en función del % de CaO. Observar como las piezas con una cantidad baja de CaO (<12%) tienen una mayor incidencia que aquellas muy calcáreas (>25%) que representaban pastas típicas de periodos anteriores.

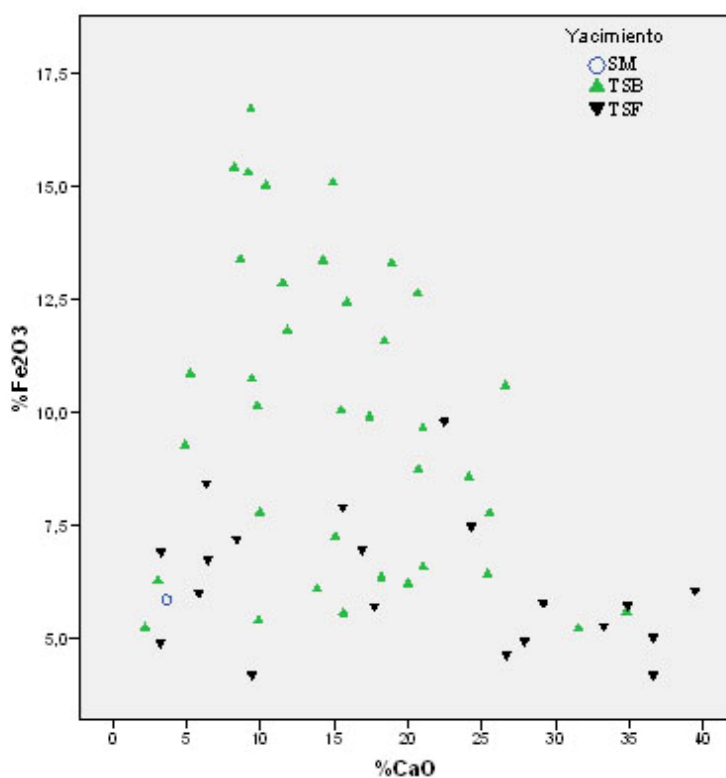


Figura 429. Gráfico de dispersión mostrando la distribución de las piezas según yacimiento, % CaO y % Fe₂O₃. Observar como una gran parte de las piezas del *Turó de les Abelles* aparecen claramente individualizadas.

a) Pastas.

Un rasgo más que nos remite a un alto grado de variabilidad de los productos confeccionados en esta fase se relaciona con la gran cantidad de piezas (50%) que se han considerado *loners*, es decir, que no se han podido adscribir a ninguna producción como consecuencia de lo singular de su composición. Se puede señalar que la tendencia a una variabilidad alta en las pastas, iniciada en el periodo anterior, se mantiene y se agudiza durante el Postalayótico II. En lo que se refiere a las piezas que sí se han podido adscribir a Producciones se confirma también un aumento de la variabilidad en los dos yacimientos estudiados, entre ambos, el número de producciones observadas en este periodo se incrementa a nueve.

Por un lado, a diferencia de lo que ocurría en periodos anteriores, por ejemplo con el Grupo de Referencia SM-A1 que era una producción generalizada que aglutinaba un número importante de piezas, ahora el número de piezas adscritas a cada producción es muy bajo, lo que evidencia una clara segmentación de la producción, donde las acciones individuales predominan sobre las grupales. Por otro lado, como ya se intuía en los análisis exploratorios realizados antes considerando el Fe_2O_3 , se observa una clara división en la composición de las producciones y las fábricas en función de los distintos yacimientos considerados. Esta divergencia muestra también el escaso grado de relación que tiene el registro cerámico de los distintos asentamientos. A continuación, se describen las respectivas producciones constatadas en cada uno de los yacimientos.

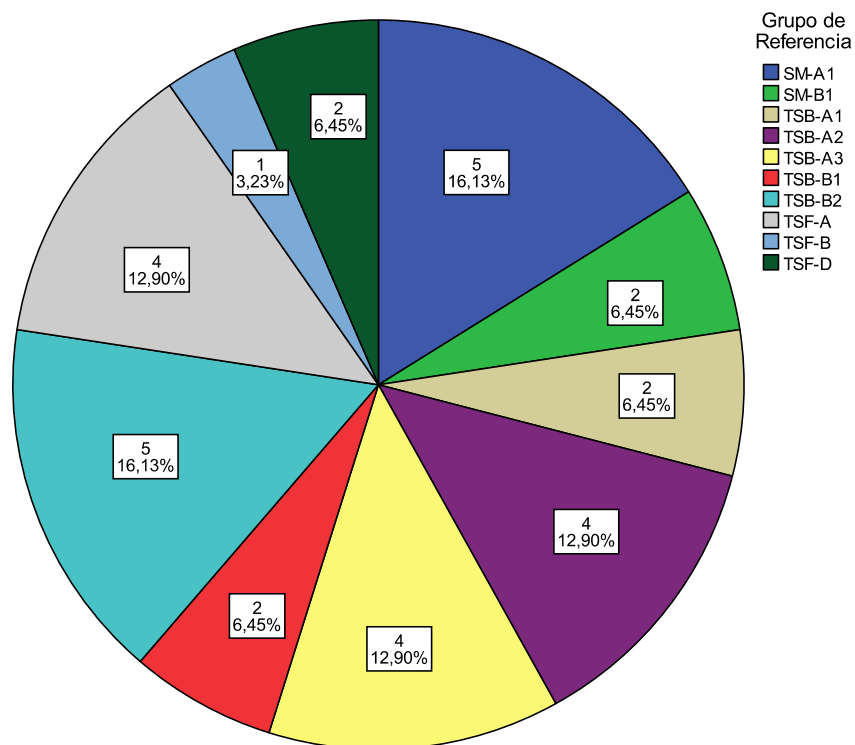


Figura 430. Gráfico de sectores mostrando las producciones detectadas en el Postalayótico II y el porcentaje de piezas vinculadas a las mismas.

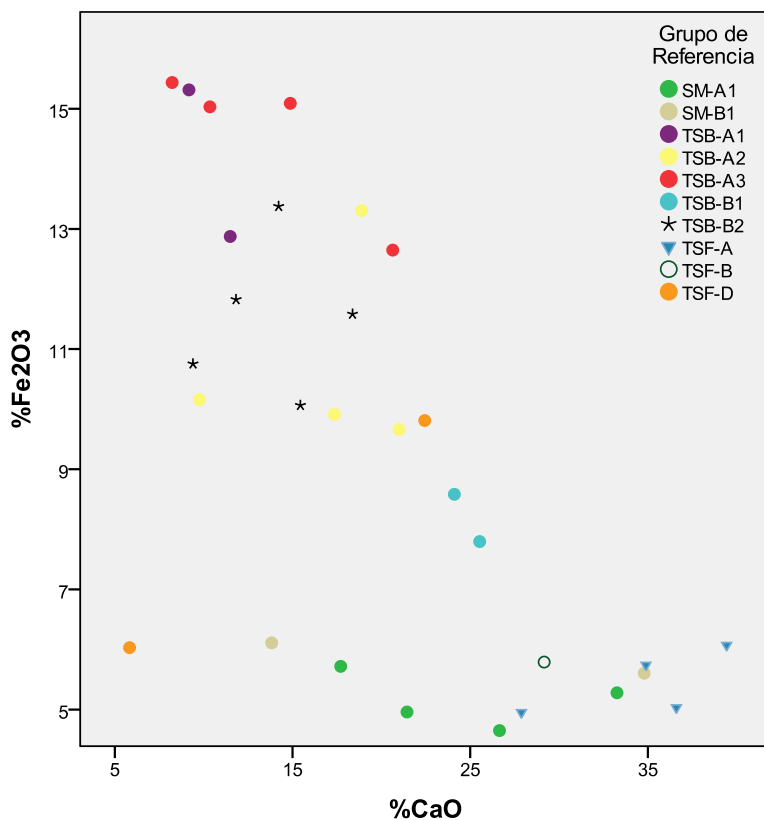


Figura 431. Dispersión de las distintas producciones del Postalayótico II en función del % Fe_2O_3 y CaO . Hay que considerar que los solapamientos que se producen son consecuencia de que el establecimiento de los Grupos de Referencia Composicional se ha realizado sin considerar el CaO .

a.1) *Turó de les Abelles*.

El *Turó de les Abelles* presenta una serie de producciones exclusivas de este yacimiento, claramente diferenciables del resto del registro analizado por la alta cantidad de Fe_2O_3 , TiO_2 y Zr que tienen las pastas. Además, se caracterizan por presentar inclusiones opacas de gran diámetro que no están presentes en los otros yacimientos. Todo ello remite a un registro único en lo que se refiere a las pastas de estas piezas dentro del conjunto cerámico hallado en la zona de *Santa Ponça*. Si bien, sólo las pesas de telar analizadas (TSB-4/43 y TSB-8/33) y algunas pocas cerámicas (TSB-5/19, TSB-6/65, TSB-1/300, TSB-9/90, TSB-9/91) dentro del conjunto del yacimiento han podido asociarse a la producción SM-A1, o bien a un tipo de recurso muy parecido composicionalmente con éste que difiere enormemente del observado en el resto de las piezas cerámicas del *Turó de les Abelles*.

Petrográficamente, las muestras de estas producciones ferruginosas se han agrupado en un único petrogrupo donde se pueden establecer ciertas diferencias en función del contenido en carbonatos. Muchas de las piezas que no se han podido clasificar en ninguna producción geoquímicamente (TSB-6/87, TSB-9/14, TSB-7/10) sí han mostrado las características petrográficas de las producciones exclusivas del *Turó de les Abelles*. Ello indica que, a pesar de las diferencias composicionales constatadas en los análisis de FRX, se utilizaron materias primas y tecnologías de fabricación muy similares.

En todo caso, se puede indicar la utilización de unas materias primas claramente divergentes con las observadas en los otros yacimientos, independientemente de su cronología. Ya se señaló en anteriores capítulos el desconocimiento que existe, por el momento, de materias primas arcillosas muy ferruginosas de este tipo en la zona de *Santa Ponça* y que sepamos, de Mallorca. En cambio, este tipo de materias primas han podido observarse en zonas como el Delta del Ebro. Ello establece la posibilidad de que estas piezas, o bien las materias primas con las que se confeccionaron, pudieran tener un origen foráneo. Sin embargo, existen ciertas reticencias o prejuicios a la hora de asumir la posibilidad de un origen foráneo para piezas realizadas a mano en contextos tardíos, vinculados a la antigüedad clásica. Se asume que, en este momento, los intercambios suelen basarse en recipientes confeccionados a torno, mientras las cerámicas a mano habrían resultado más estáticas y con una dispersión reducida al ámbito de uso local.

a.2) Turriforme escalonado de *Son Ferrer*.

En lo que respecta al turriforme escalonado de *Son Ferrer* se observa la presencia de al menos cuatro producciones distintas. Dentro de éstas debemos destacar la presencia de varias piezas adscritas a la Producción SM-A1 (TSF-229, TSF-264, TSF-455, TSF-60), lo que indica la utilización continuada y preferencial de una materia prima que fue muy importante en el área de *Santa Ponça*, cuyo uso se inició en la zona ya el Bronce Final y que todavía se utiliza en los últimos momentos del Postalayótico. Junto a esta producción, se constatan otras producciones exclusivas de este yacimiento, es decir que no han podido constatarse, hasta el momento, en ninguno de los otros asentamientos de la zona de *Santa Ponça*. Nos referimos a las Producciones TSF-A, TSF-B y TSF-D que representan pastas con un origen diferenciado geoquímicamente de las que desconocemos su presencia en contextos no funerarios.

En el caso de TSF-A, el Postalayótico II constituye su primera aparición, estando representada por cuatro piezas (TSF-236, TSF-238, TSF-352, TSF-353). En el caso de TSF-B y TSF-D, éstas ya se habían documentado en algunas pocas piezas del Postalayótico I de *Son Ferrer* (TSF-240 y TSF-360). Sin embargo, será en este momento cuando documentemos la eclosión de ambas, ya que se localiza en un número mayor de piezas asociadas a estas producciones, tanto a TSF-B (TSF-235, TSF-317, TSF-326, TSF-464) como a TSF-D (TSF-1579, TSF-252, TSF-339). Probablemente, debemos relacionar su existencia con los mismos recursos ya utilizados por las unidades productivas que pusieron en circulación a estas producciones entre 500 y 250 BC. Si nos atenemos a la interpretación sostenida anteriormente para las piezas del Postalayótico I de este yacimiento, la variabilidad en las producciones y, como se verá, en las fábricas, podría relacionarse con:

1) Un patrón espacial disperso donde diversas unidades productivas, tal vez adscritas a distintos asentamientos, habrían depositado su cerámica y sus difuntos en un único yacimiento con unas connotaciones simbólicas muy bien definidas. En este momento, la proliferación de nuevos asentamientos con cerámica a mano en la zona de *Santa Ponça*, especialmente en un radio máximo de 1.5 km alrededor del *Puig de Sa Morisca*, es patente. Se constata la fundación u ocupación, desde el siglo III/II BC del yacimiento *Santa Ponça 6* situado a 350 m del *Puig de Sa Morisca*.

Otro ejemplo, lo constituye el *Turó de les Abelles* incluido en este estudio. Finalmente, hay que reseñar el santuario de *Es Fornets* y el poblado de *Ses Penyes Rotges* donde los restos cerámicos o las tipologías arquitectónicas nos remiten también su vigencia en este momento (Vallespir *et al.* 1987; Camps y Vallespir 1998; Calvo 2002: 55-72; García Rosselló y Quintana 2003; Quintana y Guerrero 2004; Calvo *et al.* 2009).

2) Dentro de un mismo yacimiento, por ejemplo *Puig de Sa Morisca*, la producción se diversifica enormemente en lo que se refiere a las materias utilizadas en la producción. Dado que la mayoría de cerámicas de esta fase del yacimiento son contenedores de neonatos, y si consideramos, como se verá posteriormente a través de varios ejemplos etnológicos, que el acto de enterrar a un hijo en una vasija resulta muy personal a la vez que simbólico (Barley 1994), podemos plantear que cada madre habría podido fabricar el recipiente que iba a servir de sepultura para el individuo fallecido. Mediante esta dinámica, en la que no hay control de ningún tipo sobre la producción, las alfareras pueden utilizar una amplia diversidad de materias primas, en vistas a reducir el esfuerzo en una producción no utilitario, aumentando con ello la variabilidad del conjunto depositado.

b) Desgrasantes.

La misma variabilidad alta observada en las producciones, relacionada con una diversidad del origen de las materias primas utilizadas, puede observarse también en las fábricas. Ello resulta indicativo de que existen también diferencias sustanciales relacionadas con las técnicas empleadas en el proceso de su preparación. Se han identificado, vigentes en esta fase, hasta ocho fábricas, sustancialmente diferentes las unas de las otras. Como ya se ha comentado, la dispersión de algunas de estas fábricas está claramente conectada con los distintos yacimientos estudiados y los materiales utilizados preferentemente en cada uno de ellos. Dentro de las fábricas observadas se constata un claro predominio de las Fábricas 2 y 3, destacando la ausencia en esta fase de la Fábrica 1, que al parecer ya ha desaparecido. A continuación, se pasa a hacer una valoración detallada de los rasgos de las fábricas de este periodo.

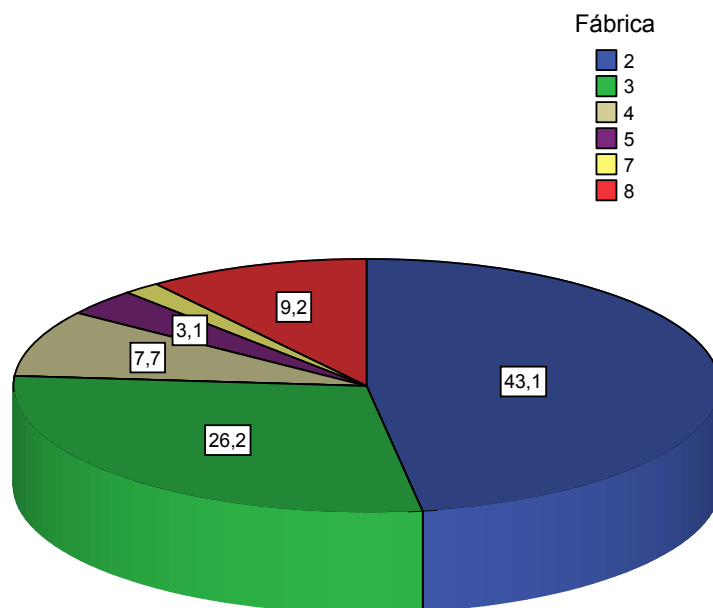


Figura 432. Gráfico de sectores mostrando las fábricas detectadas en el Postalayótico II y el porcentaje de piezas vinculadas a las mismas.

- *Fábrica 2:*

Esta es una fábrica que constatamos por primera vez en este periodo y de la que no se conoce ningún antecedente en ninguno de los otros periodos estudiados. Con 29 piezas ésta es una de las fábricas más representativa de muchas de las vasijas de este periodo, ello se debe a que la amplia mayoría de las piezas del *Turó de les Abelles* se han clasificado en esta fábrica. Básicamente, engloba a las producciones ligadas a las producciones TSB-A y TSB-B, así como algunas piezas que no han podido clasificarse dentro de ninguna producción. La principal característica de estas piezas es la abundante cantidad de Fe_2O_3 , relativamente normalizada ($\text{cv} = 0.24$, $n = 27$), y de TiO_2 que poseen.

Sintetizando la descripción realizada de esta fábrica, se trata de piezas realizadas con arcillas muy brutas, sucias y de mala calidad, donde la pasta, muy mal preparada, contiene cantidades muy variables de materia vegetal y, en algunos casos, fragmentos de rocas calizas. Si las piezas contienen calcita cristalina ésta es esencialmente testimonial, estando presente en muy pequeñas cantidades ($<15\%$). Las piezas presentan una cantidad de CaO media o alta (5-26%), pero sustancialmente inferior a la observada en las fábricas que poseían altas cantidades de calcita cristalina añadida, que generalmente presentaban más del 30%.

Las concentraciones de CaO son muy variables ($cv = 0.42$, $n = 27$) en estas vasijas, lo que puede relacionarse con una escasa estandarización de la poca calcita añadida, al distinto origen de la materia prima utilizada y a la presencia diferencial de fragmentos de roca caliza en las distintas piezas.

La escasa cantidad de desgrasante mineral añadido a las pastas queda claramente representada en la granulometría de las piezas, en las que predominan claramente texturas de tipo GT-C2 y C3, con un porcentaje medio/bajo de mineral, (<10%) y un diámetro de grano <800 μm . Las piezas con textura gruesa tipo GT-A, característica de piezas con abundante mineral, están prácticamente ausentes (3.6%).

La atmósfera de cocción de los fragmentos analizados es, al igual que las pastas, muy variable. Se documenta la amplia mayoría de las piezas (78%) que poseen el núcleo reducido y los márgenes ligeramente oxidados. Sin embargo, también se documenta un grupo minoritario (22%) de vasijas que se presentan completamente oxidadas.

Finalmente, hay que señalar la posible inclusión de algunas piezas de la necrópolis de *Son Ferrer* (TSF-1120, TSF-1310, TSF-234 y TSF-459) que, por su contenido alto en Fe_2O_3 , podrían ubicarse dentro de esta Fábrica. Sin embargo, debemos ser pacientes, y esperar a las conclusiones de los estudios petrológicos de estas piezas actualmente en vías de desarrollo por parte del Dr. Cau Ontiveros, para poder confirmar esta adscripción.

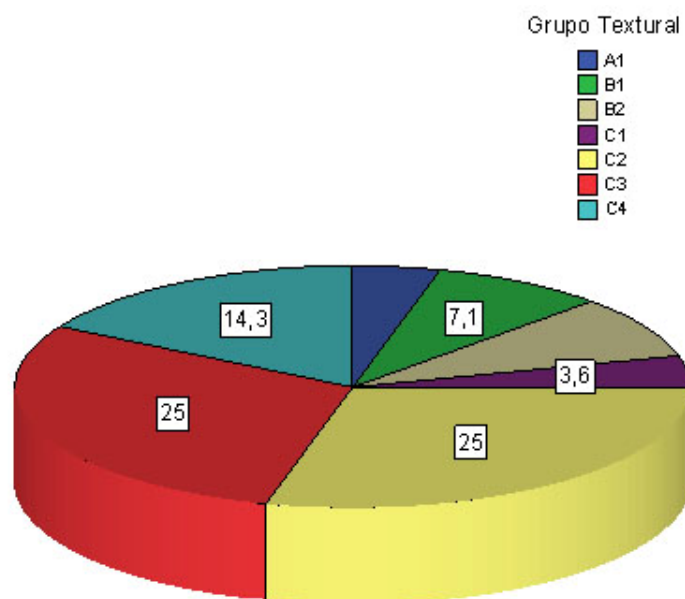


Figura 433. Gráfico de sectores mostrando los Grupos Texturales detectados en la Fábrica 2 y el porcentaje de piezas vinculadas a los mismos.

Cuadro 82. Estadísticos descriptivos para valores de las pastas de las piezas de la Fábrica 2 del Postalayótico II.

	N	Media	Desv. típ.
% Fe ₂ O ₃	27	11,10	2,77
% Calcita	24	52,29	21,86
% cc	6	7,83	6,49
% Mineral	25	5,67	3,86
% Vegetal	25	7,20	3,91
% Cuarzo	24	9,65	5,15
% Desgrasante	25	12,88	4,36
% CaO	27	15,44	6,56

- Fábrica 3:

Como se ha constatado, esta fábrica se convierte en la predominante durante el Postalayótico I y, en este momento, su importancia dentro del registro se mantiene claramente. Ésta es la segunda fábrica que agrupa un mayor número de individuos ($n = 17$) dentro de este periodo, engloba principalmente piezas del turriforme escalonado de *Son Ferrer*, pero también algunas del *Turó de les Abelles* (Tablas 21 y 22) con cantidades bajas en hierro y que han mostrado la presencia de calcita cristalina añadida en conjunción con desgrasante vegetal. En estas últimas destaca la ausencia de las inclusiones opacas observadas petrográficamente en la F-2.

Dentro de esta Fábrica 3 se han situado todas las piezas de la Producción TSF-A (Tabla 22) que se caracterizan, respecto al resto de piezas, por presentar niveles más altos de materia orgánica (12-18%) y cantidades altas de CaO (28-40%). Se puede señalar que las piezas de esta producción constituirían una sub-fábrica muy homogénea que presenta cantidades muy altas de desgrasante (20-30%). Además se asocian con contenedores de tamaño importante asociados a los tipos 21, 23 y 27. Este aspecto evidencia, por un lado, un proceso de fabricación muy similar dentro de esta unidad productiva en lo que se refiere a las pastas y al tamaño de las piezas producidas. Sin embargo, existen algunas variaciones en la cantidad de calcita añadida que se manifiestan en la textura de las pastas. Básicamente, las piezas que tienen bastante mineral (10-12%) de tamaño más grueso/medio ($>800 \mu\text{m}$), se adscriben a texturas tipo GT-B. La excepción la constituye la pieza TSF-352, que presenta una textura más fina asociada a GT-C2.

El resto de piezas de esta fábrica se han situado en las Producciones TSF-B (TSF-360) y SM-A1 (TSF-60, TSF-455) o bien no se han podido clasificar. Al igual que sucedía con TSF-A, las piezas de estas producciones también han mostrado cantidades altas de CaO (29-36%) y una cantidad de desgrasante vegetal alta (media = 10%), pero con una alta desviación típica (Cuadro). En todo caso, la cantidad de vegetal es siempre superior al 5%.

Como se puede ver, la media de CaO (30%) es relativamente alta en estas piezas, lo que debe relacionarnos a una adición de calcita cristalina importante todavía en determinadas piezas este periodo. Sin embargo, a pesar de mostrar un coeficiente de variación relativamente bajo, se aprecia que la uniformidad observada en periodos anteriores se reduce notablemente ($cv = 0.27, n = 12$).

Si se consideran sólo las piezas de *Son Ferrer* de esta fábrica se observa como la variabilidad se reduce enormemente ($cv = 0.12, n = 7$) lo que indica, a pesar del escaso número de piezas considerado, que al menos un segmento muy marginal de las piezas de este periodo se habrían elaborado según la tradición ancestral de añadir una cantidad muy determinada de calcita cristalina a la arcilla.

La variabilidad dentro de este grupo se incrementa entonces al incluir algunas de las piezas cerámicas del *Turó de les Abelles* (TSB-5/19, TSB-6/65 y TSB-1/300) que podrían responder a esquemas de fabricación que poco tienen que ver con los de las piezas anteriores. Éstas muestran cantidades muy bajas de calcita cristalina (5%) y, consecuentemente, texturas finas con escaso desgrasante mineral (<3%). Al margen de estas piezas, se documentan en el yacimiento dos vasijas, muy parecidas morfológicamente entre sí (TSB-9/90 y TSB-9/91), que responden a los mismos criterios de fabricación en sus pastas, y que son muy parecidas en su tecnología a las observadas en *Son Ferrer*. Precisamente, como sucede en las pastas, estas piezas representan también cadenas operativas de modelado diferenciadas del resto de las cerámicas del *Turó de les Abelles* (García Rosselló 2010). Finalmente, señalar que todas las piezas de este grupo tienen tendencia a mostrar los núcleos muy reducidos o con sólo los márgenes ligeramente oxidados (Tablas 21 y 22).

Cuadro 83. Estadísticos descriptivos para valores para las piezas de la Fábrica 3 del Postalayótico II.

	N	Media	Desv. típ.
% Fe ₂ O ₃	12	5,5012	,60711
% Calcita	11	49,364	19,9356
% cc	1	5,00	.
% Mineral	14	4,857	4,1057
% Vegetal	14	9,793	4,7629
% Cuarzo	11	11,318	5,4626
% Desgrasante	14	14,650	7,0455
% CaO	12	29,9153	8,15351

- Fábrica 4:

Los primeros indicios de la existencia de esta fábrica se observan en una única pieza del Postalayótico I (TSF-256), por lo que suponemos debió generalizarse la segunda fase del Postalayótico. Esta fábrica, que presenta únicamente desgrasante vegetal, está representada por cinco piezas, tres del *Turó de les Abelles* (TSB-8/32, TSB-1/297, TSB-6/81) y dos del turriforme escalonado de *Son Ferrer* (TSF-1048 y TSF-264). Esta última pieza, TSF-264, está ligada a la producción SM-A1 lo que indica que en esta producción, que se caracterizaba por la abundante presencia de piezas en las que se introduce calcita cristalina a las pastas, los alfareros abandonan el uso de este desgrasante para la producción de al menos algunas cerámicas. El resto de piezas constatadas no se han podido clasificar en ninguna producción.

El hecho de no añadir calcita implica un cambio en la composición y la textura de las vasijas. Por un lado, la cantidad de CaO se reduce considerablemente y se constata en cantidades moderadas (10-20%). Por otro lado, la cantidad de anti-plástico mineral presente en las pastas es muy baja (<4%), siendo además de tamaño inferior a 800 µm. Los granos de tamaño inferior a 300 µm ganan importancia dentro de las pastas, algo que no habíamos constatado en periodos anteriores, por tanto, predominan las texturas muy finas tipo GT-C. La cantidad de desgrasante vegetal no resulta muy variable y, al igual que en las piezas de la Fábrica 3 de esta cronología, suele situarse en torno a 9.5-12%. Finalmente, señalar que todas las piezas de este grupo tienen tendencia a mostrar los núcleos muy reducidos, con sólo los márgenes ligeramente oxidados.

- *Fábrica 5.*

Al igual que sucedía con la Fábrica 2, esta fábrica se constata únicamente en el Postalayótico II y estrechamente ligada al *Turó de les Abelles*. De hecho, las cantidades de Fe_2O_3 observados remiten directamente a la F-2 ya señalada. La diferencia principal entre ambas es la ausencia total de calcita cristalina en la Fábrica 5. Las dos piezas de esta fábrica (TSB-6/87 y TSB-7/10) no han podido ser clasificadas en ninguna producción y presentan, al igual que F-4, únicamente desgrasante vegetal en sus pastas. Resultan muy similares en su textura debido a que no se han añadido desgrasantes de origen mineral.

De este modo, la no adición de calcita cristalina u otros materiales calcáreos implica una reducción en los niveles de CaO observados (8-16%). También el porcentaje de desgrasante mineral constatado es bajo (3-5%), favoreciendo una textura con escasos anti-plásticos, aunque con un tamaño de grano variable debida a la presencia diferencial de algunas arenas en las pastas. Ambas muestras presentan evidencias de calcita secundaria en la pasta. La cantidad de materia orgánica es media, muy similar en ambas piezas (7-9%), y éstas presentan, así mismo, una sección claramente oxidada. Ambas piezas son muy similares en los procesos de fabricación empleados y en las cualidades de sus materiales.

- *Fábrica 7.*

Esta fábrica ya se había registrado en el periodo anterior y, como se señaló, se caracteriza por la utilización conjunta de materia vegetal (7%) y calcarenitas bioclásticas. En este momento sólo ha podido registrarse en una única pieza (TSF-229) que ha podido adscribirse, al igual que otras vasijas de esta fábrica, a la Producción SM-A1, generalizada en la zona de *Santa Ponça*. La adición de esta roca en altas cantidades se constata claramente en la textura de la pieza, que presenta un 12% de desgrasante mineral triturado en un tamaño esencialmente inferior a las 800 μm relacionado con el tamaño de las inclusiones que, cementadas, formaban parte de la roca utilizada. Hay que destacar que esta fábrica no ha podido observarse en el *Turó de les Abelles*.

Finalmente, señalar que la textura de tipo más grueso de esta pieza, asociada al Subtipo 7.1, contrasta con la granulometría más fina observada en el resto de piezas de este periodo, especialmente con las de formato pequeño de las Familias I y II. Ya se señaló, en el correspondiente capítulo dedicado a la morfo-potencialidad de las piezas, que los rasgos de la forma y la pasta de este recipiente pueden estar relacionados con un deseo de optimizar sus capacidades en vistas a satisfacer determinadas funciones, como las de cocina.

- Fábrica 8.

Esta fábrica se ha podido constatar en una pieza del Postalayótico I (TSF-239), sin embargo, ahora la documentamos en un número mayor de piezas del turriforme escalonado de *Son Ferrer* (TSF-231, TSF-237 y TSF-240) y en una del *Turó de les Abelles* (TSB-7/159). Son muestras que no han podido clasificarse en ninguna producción, excepto TSF-240, que se ha clasificado en la producción TSF-D. Presentan niveles bajos de CaO, lo que evidencia la utilización de arcillas poco calcáreas con unas concentraciones de CaO <3.5% (*border calcareous*) o moderadamente calcáreas (8%). Esta tendencia se observa claramente en los difractogramas de rayos X donde los picos de calcita son muy poco intensos (<17%).

Lo que realmente caracteriza a esta fábrica es una alta cantidad de cuarzo (22-30%) que ha podido constatarse tanto en los difractogramas de rayos X como petrográficamente en la pieza TSB-7/159. La cantidad de desgrasante mineral en estas muestras es bajo (5%) y éste se sitúa en una fracción inferior a 800 µm. Tal vez, se añadieron arenas a la pasta o se eligió una arcilla aluvial con abundantes inclusiones. Por regla general, las piezas tienen cantidades importantes de materia vegetal (10-21%). Todos estos datos remiten, por tanto, a una fábrica que comparte algunos rasgos pero que se muestra muy heterogénea. De todos modos, las diferencias respecto a las otras fábricas son patentes.

- *Fábrica 16.*

Se trata de un grupo, de las mismas características que la Fábrica 8, representado por dos piezas (TSF-57 y TSB-17/23) que, sin embargo, constituyen una rareza en el registro de esta época al no mostrar desgrasante vegetal. Además, ninguna de las dos ha podido clasificarse geoquímicamente dentro de ninguna producción. Se caracterizan igualmente por tener unas concentraciones altas de cuarzos (20-26%) y la utilización de arcillas tipo *border calcareous* (CaO <5%). Esta tendencia se observa claramente en los difractogramas de rayos X, donde los picos de calcita son muy reducidos (2-12%). En el caso de la pieza TSF-57 el nivel más alto de CaO (9%) puede relacionarse también con la presencia de calcita secundaria que ha podido ser constatada mediante binocular. La textura observada también coincide con la de la Fábrica 8. Todo indica la utilización de *terra rossa* para fabricar este tipo de piezas.

c) Proceso de cocción.

En lo que se refiere al proceso de cocción, ya se han señalado las diferencias que se producen en las atmósferas de las distintas piezas en función de las fábricas. En todo caso, los datos obtenidos remiten a estrategias de cocción muy parecidas entre todas las piezas. Los rasgos de las piezas indican un tipo de cocción idéntica a la observada en el Postalayótico I. Como ya se señaló, se produce un cambio en la estrategia de cocción que coincide con la utilización generalizada de la materia orgánica como desgrasante en las pastas, que en este periodo se incrementa. Así pues, se puede apuntar, por un lado, hacia la permanencia de materia orgánica grafitizada en muchas de las muestras ($n \geq 23$) que, en algunos casos, ha experimentado una escasa reducción de su volumen original. Por otro lado, hay que remarcar la ausencia de fases de alta temperatura y la presencia de picos de calcita y filosilicatos, muy bien conservados en los análisis de DRX, así como la ausencia de señales de vitrificación de la matriz y de alteración térmica en los cristales de calcita examinados con microscopio petrográfico. Todo ello remite de nuevo a una TCE muy baja, entre 550-650 °C, y cocciones muy rápidas en atmósfera oxidante. Temperaturas a la baja dentro de este rango de temperatura resultan evidentes en la pieza TSB-6/65, que muestra picos de montmorillonita bien conservados en los difractogramas de rayos X.

La alta variabilidad cromática en las superficies demuestra, además, una despreocupación por el acabado final de las piezas tras la fase de cocción. Esta variabilidad podría ir acompañada de un escaso control de las atmósferas de cocción, y probablemente ligada a una estrategia en la que se opta por cocciones de corta duración y a baja temperatura, en estructuras abiertas. Este tipo de estrategia, en la que se cuece a bajas temperaturas, llama la atención, especialmente si consideramos que ahora muchas de las piezas no presentan ya el alto carácter calcáreo observado en épocas anteriores. Este tipo de materiales exigía de una cocción a baja temperatura con el objetivo de evitar la reacción de la calcita en las piezas y, por tanto, para conseguir un producto que pudiera ser apto para ponerse en circulación. En este caso, la estrategia de cocción observada en muchas piezas poco calcáreas no puede explicarse por este aspecto técnico y, pensamos, que puede responder a determinados condicionantes sociales relacionados con la organización de la producción y el mantenimiento de aquellas técnicas de cocción que ya se habían generalizado durante el Postalayótico I.

d) Tipología.

En esta fase, los rasgos que definían los tipos del periodo anterior se acrecientan aumentando la variabilidad en los tipos fabricados y dentro de los propios subtipos. Destaca además, la paulatina desaparición de las grandes vasijas de almacenamiento realizadas a mano y su progresiva sustitución por urnas cerámicas de más fácil elaboración y ánforas importadas en el siglo II/I BC. Esta diversidad formal en los productos dificulta el establecimiento de clasificaciones tipológicas si éstas no se realizan mediante métodos estadísticos.

Los cambios en el registro cerámico a mano son claros y no se reducen a las pastas y a las técnicas, el aumento de variabilidad afecta también cualitativamente y cuantitativamente a las tipologías realizadas. Por un lado, se observa cierto mantenimiento de ciertos esquemas formales propios de la fase anterior. De este modo, en el área de *Santa Ponça*, a partir del siglo II BC perduran muchos de los tipos observados a partir del siglo V BC (subtipos 4.1, 4.2 y 12.2, 21.1, 22.1, 22.2), sin embargo, algunas de las formas que sólo se encontraban en el turriforme de *Son Ferrer* en el periodo anterior no se continúan fabricando (subtipo 4.4 y tipos 6, 14 y 26).

Al igual que sucede en otros yacimientos, como *Son Fornés* (Palomar 2005), en este momento aumentan exponencialmente la cantidad de tipos fabricados, muchos de ellos específicos del área de *Santa Ponça*, en concreto, como ya sucedía con las pastas, los procedentes del yacimiento de *Turó de Ses Abelles* (tipos o subtipos 1.2, 3, 7.2, 7.4, 7.7, 10, 11, 12.2, 15, 18, 20.1, 22.3, 24, 27.2).

Por otro lado, al igual que sucede en otras comunidades indígenas del Mediterráneo (Riera Codina 1980; Almagro-Gorbea y Fontes 1997; Dietler 1997; Osborne 2007), parejo a este proceso se asiste a la progresiva incorporación en Mallorca, desde el siglo IV y especialmente desde el siglo II BC, de algunos tipos a mano asociados a cerámicas con rasgos de inspiración foránea que presentan cierta similitud formal con piezas ebusitanas y romanas, resultando observables tanto en contextos habitacionales como rituales.

A nuestro entender, no se puede hablar de copia o imitación, más bien se trata de inspiraciones de tipos ebusitanos, y romanos en menor medida, que son readaptados por las comunidades indígenas, por tanto, no se debe considerar que las piezas indígenas son morfológicamente iguales a las ebusitanas o romanas. En el registro de los yacimientos Postalayóticos analizados en este trabajo las formas inspiradas en modelos foráneos parecen no ser anteriores al siglo II BC y están presentes tanto en el turriforme de *Son Ferrer* como en el *Turó de les Abelles*.

Se pueden incluir en este grupo el Subtipo 5.2 (TSB-17/26 y TSB-17/27) y los tipos 9 (TSB-6/68), 25 (TSB-1/294) y 29 (TSB-5/19), así como los *askoi* indígenas (TSF-1081, TSB-6/70, TSB-3/4). En el caso del subtipo 5.2, éste se ha localizado también en *Sa Carrotja*, *Cova Monja* y *Son Marí*, el Tipo 9 fue hallado en *Son Marí*, *Son Real* y *Son Corró*, el Tipo 29 hallado también en *Son Fornés* en el intervalo IV-II BC.

Si consideramos, en un sentido más amplio, además los tipos establecidos por la bibliografía que ha tratado este tema podemos incluir las siguientes cerámicas de inspiración foránea en los yacimientos estudiados: Vasos o copas crestadas (TSB-9/91, TSB-7/33, TSB-4/28, TSB-6/86, TSB-17/XXIX, TSB-17/XXXI, SM-2), vasos (TSF-1078, TSF-242), urnas (TSB-6/73), jarritas (TSF-438, TSF-439) y jarritas con pitorro (TSB-6/85). Es también este momento, cuando aparece, de forma excepcional, decoración pintada en algunas piezas, ésta se inspira en motivos ebusitanos (TSB-6/70).

27.5.3. Marco Histórico.

Ya se han señalado las importantes diferencias que presenta el registro cerámico de época Postalayótica respecto al de épocas anteriores. La cultura material cerámica de este periodo presenta tecnológicamente múltiples cambios, aunque también algunas continuidades, especialmente en las pastas de una primera fase, respecto a lo observado en momentos anteriores. La documentación de nuevas elecciones tecnológicas a lo largo de las distintas fases que componen el periodo afecta tanto a las materias primas como al proceso de fabricación y al producto final obtenido. Estas elecciones diferenciales tienen diferente calado y afectan enormemente al grado de variabilidad del registro y a las cualidades de las vasijas. Ahora bien, estos cambios en los materiales cerámicos representan sólo un exponente más de las transformaciones y los cambios sustanciales y profundos que se produjeron en las comunidades humanas del Postalayótico Final (Guerrero 1984, 1985 y 1997).

A modo de ejemplo, se documenta como en el periodo de transición al Postalayótico (650-500 BC) y en el Postalayótico I (500-250 BC) se sigue manteniendo la utilización de desgrasante calcáreo para preparar las pastas, especialmente en contextos de habitación. Mientras, se observa una diversificación de las materias primas empleadas, destacando la generalización del desgrasante vegetal, y un cambio en las estrategias de cocción. En una segunda fase (250-50 BC), si bien existen ciertas técnicas propias del Postalayótico I que se mantienen, como la utilización generalizada de desgrasante vegetal y las estrategias de cocción, observamos una clara decadencia de otras, especialmente la adición de calcita cristalina, cuya presencia ahora puede considerarse claramente marginal (Albero 2007 y 2008).

Este ejemplo representa a la perfección una dialéctica, que se mantiene constante durante todo el periodo, entre fenómenos de aceptación y de resistencia en el seno de la sociedad que habitó el área de *Santa Ponça* durante época Postalayótica. La interpretación de las producciones cerámicas debe de situarse, necesariamente, en el conocimiento de los procesos generales y específicos que poseemos de la sociedad que los produjo. Por tanto, resulta interesante observar qué rasgos caracterizan socialmente a las comunidades de esta época y qué particularidades se producen en otras esferas de la cultura material postalayótica con tal de interpretar las causas que provocaron un determinado modo de producción cerámica y las consecuencias que éste pudo tener.

En este sentido, vamos a trazar conjuntamente el contexto en el que se insertan las cerámicas para el Postalayótico I y II. Este periodo postalayótico representa en sí mismo un periodo de cambio hacia nuevas formas de organización social que se inicia ya en una fase final del periodo Talayótico (650-500 BC). Aunque ciertos rasgos se agudizarán y serán más evidentes en la segunda fase del Postalayótico, las dos fases en las que se ha dividido este periodo se muestran enraizadas en las dinámicas en lo que se refiere a los procesos de aceptación, reinterpretación y resistencia que experimentan estas sociedades. Como se ha señalado, existe una dualidad en este periodo entre la adopción y reinterpretación de hábitos y costumbres nuevas y la permanencia de otras muy arraigadas que claramente se vislumbran en las características del registro material.

No se puede hablar invariablemente de ruptura total respecto al periodo anterior, sino más bien de continuidad. Múltiples fenómenos demuestran este planteamiento como la perduración de los lugares de habitación talayóticos, el mantenimiento de ciertos rituales funerarios, principalmente, las inhumaciones en cal, el enterramiento en arquitecturas talayóticas monumentales que han perdido su función y se amortizan, la persistencia de tradiciones alimentarias, y, finalmente, la prolongación de muchas tradiciones manufactureras como la tecnología cerámica, la construcción arquitectónica o la metalurgia. Destacan, otros fenómenos de resistencia, como la no adopción de un sistema monetario, del torno y de la escritura, al menos en un soporte duradero. Todos ellos fenómenos muy presentes en las sociedades urbanas que interactúan con el mundo postalayótico.

En contraste con estos fenómenos, se puede indicar que las comunidades prehistóricas de la isla incorporaron a partir del siglo VI-V BC nuevas costumbres, por ejemplo el consumo de vino, y formas de organización social, que alteran y cambian muchos de los rasgos que habían definido a la cultura Talayótica. Sin entrar en el debate del impacto del mundo púnico en las sociedades postalayóticas, se puede señalar que los contactos entre las comunidades del Talayótico Final y el Postalayótico con otras culturas clásicas, especialmente con individuos fenicio-púnicos, fueron complejos e intensos. Ello implica un incremento de los actores que participan en la transmisión de la información y en la circulación de ideas que favorece la presencia de elementos nuevos que, como veremos a continuación, se reinterpretan en un sustrato indígena, manifestándose esta relación dialéctica a través de la cultura material (Mayoral 1984: 1305).

A continuación, se van a exponer primero los cambios que se constatan en el seno de las sociedades prehistóricas desde el periodo que supone la transición del Talayótico Final al Postalayótico (650-500 BC) para posteriormente analizar las dinámicas que se desarrollarán durante el Postalayótico I y II. Posteriormente, se comentarán las causas y los agentes que pudieron favorecer los cambios sociales, así como las consecuencias que éstos tuvieron en la producción cerámica.

27.5.3.1. Cambios en la cultura material entre el periodo Talayótico y Postalayótico (650-550/500 BC).

Resulta interesante, antes de explicar las características que definen el periodo postalayótico, indagar en el carácter de los cambios observados en la transición de época Talayótica a la Postalayótica. El final de la Cultura Talayótica, más allá de ciertos procesos de larga duración, parece visualizarse en un momento relativamente breve y que debe situarse en torno al siglo VI BC. Este momento se caracterizaría por la documentación de niveles de incendio en poblados, la destrucción de turriformes y el abandono de estructuras que dan paso a una reordenación urbana que va paralela a los cambios cerámicos (Lull *et al.* 2001; Palomar 2005; Lull *et al.* 2008: 23). El poblado de *Son Fornés*, el edificio Alfa del Poblado del *Puig Morter de Son Ferragut* y las estructuras de *Son Ferrandell-Oleza*, serían algunos ejemplos de estos finales violentos. Es probable que dentro de estas tensiones también se deba incluir todo un fenómeno de amurallamiento de poblados. Poblados como *Son Fornés* (Palomar 2005; Lull *et al.* 2008), *Ses Païses* (Aramburu y Hernández 2005) o *Pou Celat* (Strydonck *et al.* 2002) muestran, en el periodo de transición al postalayótico, indicios de la construcción de estos cerramientos. Este fenómeno parece coincidir con la fortificación del sector noreste del *castellum* del *Puig de Sa Morisca* a partir de varias líneas de muros y la construcción de la Torre I (Guerrero *et al.* 2002).

Es difícil analizar las razones que generaron estos procesos de destrucción y fortificación que supondrán el final de la Cultura Talayótica. Algunos autores (Castro *et al.* 2003; Lull *et al.* 2001; Palomar 2005; Balaguer 2005: 36) apuntan a conflictos entre diferentes modos de organización en el seno de las comunidades, entre una estrategia de gestión comunal de los recursos frente a procesos de concentración de los ejes productivos en manos de determinados grupos.

Dichos conflictos se producirían por el surgimiento de una nueva formación social sin mecanismos de cohesión comunitaria y con prácticas divergentes a las que estaban vigentes en época talayótica, que se documentan, a nivel material, en diferentes ámbitos del registro. La coexistencia de estas unidades domésticas y aquellas unidades cuya organización social seguía los parámetros anteriormente establecidos habría provocado conflictos en las relaciones entre ambas. Lo cierto es que las estructuras que encontramos justo después de este momento, como los edificios G1 y G4 de *Son Fornés*, el edificio Alfa de *Puig Morter*, el edificio 25 de *Ses Païsses*, algunas estructuras de *S'illot*, y los primeros niveles de la Torre I de *Puig de sa Morisca*, reflejan una situación diferente a la época talayótica.

Sin embargo, no se puede hablar únicamente de ruptura respecto al periodo anterior, sino también de continuidad. Algunos fenómenos que demuestran este planteamiento pueden ser la persistencia de lugares de habitación talayóticos (García Amengual *et al.* 2010; Díez *et al.* 1980; Gasull *et al.* 1984a, 1984b y 1984c; Hernández y Aramburu 2005) o el mantenimiento de muchos de los rituales funerarios, entre los que cabe destacar las inhumaciones en cal. También se constata el enterramiento en arquitecturas talayóticas monumentales que ya han perdido su función, y que se relacionan, quizá, con el culto a los antepasados (Calvo *et al.* e. p.). Así mismo, persisten las mismas tradiciones alimentarias, que se pueden vincular al mantenimiento de los molinos de mano, la presencia del mismo tipo de fauna y la ausencia de contenedores olearios (Camps y Vallespir 1998). Finalmente, se constata la prolongación de muchas tradiciones manufactureras, como la tecnología cerámica (García Rosselló 2010), la construcción arquitectónica (Guerrero 1999) o la metalurgia (Delibes y Fernández-Miranda 1988; Gual 1993). Todo ello no es óbice para que el mantenimiento de parte de las tradiciones talayóticas coexista con la introducción de nuevas costumbres en los fenómenos mencionados, como se verá posteriormente.

Los cambios en la concepción de la vivienda, en la concentración de actividades en ámbitos domésticos, los nuevos rituales en el mundo funerario, el papel secundario o los procesos de abandono que se observan en la arquitectura social del Talayótico, junto con la aparición de nuevas arquitecturas simbólicas y religiosas, unidos al papel cada vez más importante de los intercambios con el mundo púnico y el cambio en la concepción espacial del territorio, visualizan procesos tendentes a la segmentación de los grupos.

Algunos de estos grupos adquieren un papel más protagonista en el control y gestión de los recursos, fenómenos que se separan de la cohesión social que ejercía la comunidad en época Talayótica a través de estrategias como la arquitectura y nos introducen en procesos de segmentación, jerarquización y desarticulación de la gestión comunal, fenómeno que va a caracterizar el Postalayótico.

Una vez explicados estos aspectos se pueden sintetizar algunos de los procesos de cambio más significativos que se producen en la cultura material desarrollada por comunidades del Postalayótico de la isla en:

a) Patrón funerario.

Este aspecto viene marcado por la diversidad de estrategias funerarias, aunque algunas de éstas empiezan a definirse en el Talayótico, se implantarán con mayor intensidad en el Postalayótico. La variabilidad observada en las prácticas funerarias afecta tanto al contenedor funerario como a los rituales y a las concepciones simbólicas (Castro *et al.* 1997; Guerrero *et al.* 2006b; Lull *et al.* 2008: 24).

El mundo funerario postalayótico presenta un comportamiento dual, encontrándose, por una parte, un gran número de estaciones funerarias que están en funcionamiento en anteriores fases (*Son Gallard, Son Matge, Son Real, Son Maimó*), y que siguen utilizándose (Amorós 1974; Veny 1977; Waldren 1982; Hernández 1998; Guerrero *et al.* 2005). Por otro, la aparición de necrópolis de nueva planta, como *Ses Copis* o *Son Bosc* (Ensenyat 1981).

Finalmente, se produce la reutilización de antiguos hipogeos de enterramiento abandonados en el Bronce Medio/Final, como *Son Ferrer*, la Cueva 4 de *Ca Na Vidriera*, o la cueva 7 de *Son Sunyer*, y, por otro, de asentamientos talayóticos como *Puig d'en Canals, Son Maiol, Son Oms, Ses Païses, Son Ferrandell* y *Capcorb Vell* (Plantalamor 1974; Aramburu 1998: 129). También se produce la incorporación de cuevas excavadas con columna exenta y una configuración a partir de cámaras múltiples (*Cova Montja, Son Taixaquet, Son Maimó, Sa Cova des Forn, Cala Morell, Cales Coves*). Por otro lado, se constata por primera vez la existencia de necrópolis, algunas a cielo descubierto, con enterramientos individuales en estructuras monumentales como es el caso de *Son Real* y *S'illot des Porros* (Hernández 1998; Aramburu 1998: 115; Tarradell y Hernández 1998; Castro *et al.* 2002b; Encinas 2006; Guerrero *et al.* 2006: 187-212).

Además de existir una importante diversidad de estaciones y tipos de asentamientos funerarios, existen diferentes variantes en lo que se refiere a la concepción de la necrópolis como receptáculo funerario. Respecto a esta variable se pueden distinguir diferentes tipos de estaciones:

a) Estaciones que se conciben como grandes contenedores funerarios que engloban a todos los miembros que se entierran. Entre este tipo de estaciones se pueden destacar yacimientos como *Son Matge*, *Son Gallard*, *Ses Copis*, *S'Alova*, *Son Maiol*, *Son Maimó*, *Son Taixaquet*, *Son Cresta*, *Cova Monja*, *Son Ferrer*, etc. Este grupo es el más numeroso y, en cierta manera, aunque faltan estudios antropológicos definitivos, parece que todos los miembros de la comunidad se entierran de manera colectiva.

b) Espacios funerarios que se estructuran como la suma de contenedores individuales o colectivos en los que se entierran algunos miembros de la comunidad. El ejemplo paradigmático de este tipo sería la necrópolis de *Son Real*. En este caso, el espacio funerario es la suma de muchos espacios funerarios individualizados y específicos en los que se entierran un número reducido de miembros de la comunidad. El patrón de enterramiento observado, donde tanto las estructuras arquitectónicas como los materiales ensalzan a determinados individuos, supone una clara ruptura con los enterramientos colectivos documentados en exclusiva desde inicios del II milenio BC. Por tanto, el patrón funerario indica importantes cambios en la forma de pensar de los individuos y en la plasmación material de las estructuras sociales.

Este nuevo rasgo sugiere la existencia de algunos grupos, estructurados en torno a linajes o accesos diferenciales a la riqueza, que habrían controlado excedentes y ejercido cierta coerción sobre el conjunto de la comunidad. Es posible que en *Son Real*, el espacio funerario esté reservado únicamente a algún sector de la comunidad y no a todos sus miembros.

c) Necrópolis colectivas en las que, sin embargo, alguno de los individuos inhumados se entierran dentro de un receptáculo individual como, por ejemplo, sarcófagos. Este es el caso de las necrópolis de *Son Boronat* (Guerrero 1979 y 2006), *Son Maimó* (Veny 1977) o *Sa Punta*.

Respecto a los rituales funerarios documentados en estas estaciones también observamos la convivencia de una enorme variedad. Entre los diferentes rituales podemos destacar:

a) Ritual de inhumaciones colectivas con deposiciones de cal. Este ritual se documenta en cuevas naturales (*Ses Copis, S'Alova, Son Maiol*, etc.), en abrigos (*Son Gallard, Son Matge*, etc.), en hipogeos artificiales (*Son Maimó, Son Cresta, Cova Monja, Son Taixaquet*, etc.), en contenedores arquitectónicos funerarios como alguna tumba de *Son Real* o el Círculo A de *S'Illot des Porros* (Hernández 1998; Hernández *et al.* 1998). Sin embargo, no se documenta en necrópolis cuyo espacio funerario está compuesto por la reutilización de estructuras arquitectónicas, tanto naviformes como talayóticas, ni en las necrópolis de superficie sin elementos arquitectónicos o en las inhumaciones individuales, ya sean sin acondicionamientos o constituidas por sencillas cistas.

b) Ritual de inhumaciones individuales o colectivas reducidas en contenedores arquitectónicos. Como ocurría en anteriores fases, este ritual sigue centrándose exclusivamente en *Son Real* (Hernández 1998).

c) Ritual de cremaciones. Este ritual se documenta en *Son Real* en las tumbas SR10, SR16, SR75, SR77, SR92, SR95, SR100 (Hernández 1998) y en *S'Illot des Porros* (nivel inferior del Círculo B y segundo nivel del Círculo C (Hernández *et al.* 1998). En ambos casos, se trata de necrópolis de superficie con estructuras arquitectónicas a modo de contenedores funerarios. Sin embargo, mientras en *Son Real* se relaciona con enterramientos individuales o de un pequeño grupo, en *S'Illot des Porros* lo hace en contenedores arquitectónicos mucho mayores que incluyen cremaciones colectivas de muchos individuos.

d) Ritual de inhumaciones colectivas. Este ritual se encuentra en diferentes tipos de estaciones funerarias: hipogeos artificiales nabiformes reutilizados como, por ejemplo, *Son Ferrer*, Cueva nº 4 de *Ca Na Vidriera* (Llabrés 1978), Cueva nº 7 de *Son Sunyer* (Rosselló Bordoy 1962), en hipogeos artificiales como *Son Julià* (Pons 1991), o en necrópolis de superficie con estructuras arquitectónicas como el nivel inferior del círculo C de *S'Illot des Porros* (Hernández *et al.* 1998).

e) Ritual de inhumaciones infantiles en contenedores funerarios individuales. La incorporación, entre las sociedades indígenas del Mediterráneo³⁴³, del ritual consistente en la deposición de individuos infantiles resulta habitual en la II Edad del Hierro (Dietler 1997; Guerrero *et al.* 2006: 187-212) Concretamente, en Mallorca, consiste en neonatos que son enterrados en urnas cerámicas a mano, o en ánforas con el cuello cortado, y en urnas de arenisca (Garcías y Gloaguen 2003). En esta fase, este ritual aparece asociado al enterramiento con adultos, y lo encontramos en una gran variedad de tipos de estaciones funerarias como, por ejemplo, en cuevas naturales como *Son Maimó* o *Son Boronat*, en hipogeos artificiales como *Son Cresta*, *Son Taixaquet*, *Son Maimó*, *Cova Montja* (Amorós 1974; Veny 1977; Ensenyat 1981), en reutilizaciones de cuevas hipogeas naviformes como *Son Ferrer*. Otros yacimientos con este ritual son *Cas Santamarier* (Rosselló y Guerrero 1983) o *Sa Marina Gran* (Guerrero 1989). A partir del siglo II BC, este tipo de inhumaciones aparecerán agrupadas en necrópolis exclusivamente infantiles. Este tipo de enterramiento se documenta, en yacimientos como *Son Boronat* o *Son Maimó*, junto con la introducción de ataúdes de madera que se utilizan para dar sepultura a determinados individuos, todo apunta que a los de mayor edad (Guerrero 1979, 1994 y 2006). Como señala Guerrero (1984 y 1985: 89-133) la cantidad de urnas infantiles halladas en los contextos de enterramiento es baja en relación al periodo de ocupación que se documenta en los asentamientos. Ello induce a pensar que sólo algunos individuos eran inhumados en estas necrópolis tan características.

f) Ritual de inhumaciones individuales o colectivas reducidas. Este ritual se localiza en necrópolis de superficie, ya sea sin acondicionamientos o con acondicionamientos simples, o en estructuras arquitectónicas talayóticas reutilizadas como se ha documentado en diferentes ámbitos de *Son Oms*, *Ses Paises*, o los talayots de *Bellver Ric* y *Son Oleza*.

g) Mantenimiento del ritual de enterramientos colectivos donde algunos individuos se entierran en sarcófagos y parihuelas individuales. Este ritual se documenta en yacimientos como *Sa Punta* o *Son Maimó*.

³⁴³ En el área Mediterránea de Francia se documentan en la Edad del Hierro necrópolis infantiles y túmulos aislados en el territorio que presentan cerámicas indígenas claramente relacionadas con producciones del Bronce Final (Dietler 1997).

Este cambio en el tipo de rituales de enterramiento se documenta también en el registro material que se halla en las estructuras funerarias, especialmente a partir del V BC, cuando se generalizan materiales de prestigio como los collares de vidrio, la presencia de hierro y las espadas de antenas, si bien, este tipo de materiales se empiezan a constatar en algunos yacimientos ya desde el siglo VII BC (Guerrero *et al.* 2002). En relación a los materiales arqueológicos localizados en las necrópolis postalayóticas³⁴⁴ cabe comentar que en la mayoría de casos, y con excepción de la estatuaria que no aparece en todos los yacimientos, el resto de materiales son coincidentes. Se constata una variedad no muy amplia de materiales cerámicos a torno a modo de pequeños contenedores (jarritas grises ampuritanas, vasos de paredes finas, cerámica de barniz negro) y cerámica talayótica de pequeño tamaño, con una morfo-potencialidad relacionada básicamente con la gestión de líquidos (pequeños vasos troncocónicos, globulares, pequeñas cerámicas ovoides, etc.).

Junto a todos estos materiales cerámicos se documenta cierta homogeneidad de elementos ornamentales como: espiriliformes, anillos, cuentas de pasta vítrea, torques, brazaletes. En estas necrópolis también se documenta una amplia variedad de objetos con una función simbólica esencial como: campanillas, discos y bastones, dobles hachas, placas de plomo, etc. Por su parte, los objetos con componente armamentístico también se mantienen constantes en este tipo de estaciones funerarias, documentándose armas como las falcatas baleáricas y los cuchillos. Los objetos de alto valor simbólico y las armas, siempre están presentes en un número inferior al de individuos enterrados, lo que sugiere que existe un acceso diferencial de los difuntos en lo referente a este tipo de objetos.

La variedad de estaciones y rituales caracteriza al mundo funerario Postalayótico. Ello evidencia una sociedad muy dinámica y en constante evolución, en la que conviven diferentes estrategias funerarias, sin la presencia de patrones únicos. Dos factores condicionan esta situación, por un lado, un aumento de la jerarquización y la segmentación social, que se encamina progresivamente hacia la individualización de las inhumaciones. Ello se puede observar en la presencia de contenedores funerarios individualizados de madera, cerámica o arenisca, así como en accesos diferenciales a objetos armamentísticos y de alto valor simbólico.

³⁴⁴ Estos materiales pueden funcionar como ajuares, elementos de ornamento personal, ofrendas o estar relacionados con el ritual funerario realizado.

En definitiva, se observa como distintas soluciones de enterramiento se dan de forma simultánea en la isla. Como se ha visto, este mismo proceso, consistente en el incremento del grado de variabilidad en las estrategias de enterramiento, sucede también en el registro cerámico que, en época Postalayótica, resulta mucho más heterogéneo. Este proceso de aumento de la variabilidad en la cultura material y en las conductas de los individuos, podría constituir una de las dinámicas que reflejen una desestructuración de las formas de organización social vigentes en épocas anteriores. En lo que a la cerámica respecta, una amplia variabilidad en las fábricas y producciones, se observa incluso en yacimientos de una misma zona, como el *Turó de les Abelles* y *Puig de Sa Morisca* o *Son Ferrer*, así como dentro de los mismos asentamientos. Ello nos remite a la presencia de variadas soluciones que están activas en un mismo territorio.

b) Concepción del espacio.

Como sucede en otras zonas del Mediterráneo (Orfila *et al.* 1996; Dietler 1997), se observa un nuevo cambio del esquema de racionalidad espacial. Se abandonan las estrategias que, en época talayótica, habían desarrollado las comunidades de la isla para cohesionarse socialmente, controlar su territorio y construir el paisaje. Se detecta el abandono de muchas estaciones que, al situarse estratégicamente en colinas, ejercían un dominio visual sobre el territorio y estructuraban las redes visuales de época talayótica comentadas en anteriores apartados³⁴⁵.

Se puede apuntar para el Postalayótico hacia un espacio cerrado, con una mayor antropización evidenciada por la aparición de nuevos asentamientos, donde la territorialidad parece relajarse con el abandono del control del espacio por medio de las redes visuales e hitos arquitectónico-simbólicos y una intensificación de la densidad de estaciones en áreas cercanas a la costa (Aramburu 1998: 13, 86; Guerrero *et al.* 2006: 175; Calvo 2009; Calvo *et al.* 2009).

³⁴⁵ Como ejemplo de este proceso se puede citar, para la red visual de la comunidad talayótica del *Puig de Sa Morisca* el abandono de los yacimientos de *Ses Rotes Velles*, *Puig de Saragossa*, *Barraca de l'Amo* y la plataforma escalonada del *Puig de Sa Celleda* (Calvo *et al.* 2005 y 2009).

Una prueba de la dispersión de la población y la desarticulación del territorio talayótico de la zona estudiada la constituye la aparición de nuevos poblados y pequeños asentamientos que ya no están delimitados con murallas. Ejemplos de éstos son *Ses Penyes Rotges*, *Turó de les Abelles*, *Kings Park*, *Santa Ponça 5* y *Santa Ponça 20*, todos ellos situados a menos de 1 km del *Puig de Sa Morisca* (Vallespir *et al.* 1987; Calvo 2002; Calvo *et al.* 2005 y 2009).

En las comunidades postalayóticas, más jerarquizadas y segmentadas socialmente, el territorio como espacio de la comunidad pierde sentido. La ritualización del espacio mediante la arquitectura monumental como manera de simbolizar y semantizar el territorio de una comunidad frente a otras deja de ejercer su función y de responder a las nuevas necesidades sociales de los individuos (Calvo 2009).

Un aspecto interesante, en este sentido, consiste en plantear la hipótesis de la pérdida de validez del significado simbólico de las murallas como mecanismo capaz de cohesionar el grupo. Una prueba de ello es la ampliación de los poblados con la localización de unidades domésticas fuera del recinto amurallado, como puede observarse, por ejemplo, en el poblado de *Puig de Sa Morisca* (Quintana 2000; Guerrero *et al.* 2002) o en el de *Son Fornés* en Montuiri (Lull *et al.* 1999: 59; Lull *et al.* 2001). Otra prueba de esta relajación de la territorialidad la constituye la construcción de nuevos asentamientos de hábitat como los que se ha comentado más arriba y que se sitúan en el territorio cercano a los poblados clásicos.

c) Arquitectura.

A partir de 700/600 BC ya no se poseen evidencias de la construcción de talayots, plataformas y turriformes escalonados. Algunos de ellos, como los talayots 1 y 2 de *Son Fornés* (Gasull *et al.* 1984a y b), se abandonan, mientras, muchas de estas estructuras continúan pero cambiándose su función³⁴⁶ (Micó 2005). Por el contrario, se asiste a la aparición de nuevos poblados y a procesos de reorganización de los mismos con una disminución del tamaño de las unidades de habitación (Salvá y Hernández 2009). También se abandonan ciertos ámbitos del poblado, en detrimento de otros que expanden su crecimiento a zonas situadas fuera de los ámbitos amurallados.

³⁴⁶ A modo de ejemplo, se pueden citar la reutilización del Talayot 4 de *Son Ferrandell* (Chapman y Grant 1989 y 1995), del turriforme central de *Ses Paises* (Llilíu 1960), del talayot cuadrado de *Hospitalet Vell* (Rosselló 1983) etc., o el cambio de uso del turriforme escalonado de *Son Ferrer* (Calvo *et al.* 2005).

Parece que la comunidad como tal, si bien amortiza o reutiliza muchas veces las estructuras construidas a partir de una arquitectura ciclópea monumental que definían el paisaje arquitectónico, deja de utilizar las tipologías arquitectónicas tradicionales como principal hito simbólico. Por tanto, se abandonan o pierden su función original aquellas estructuras arquitectónicas monumentales que reflejaban el esfuerzo de la comunidad, que le otorgaban prestigio y que la cohesionaban frente a otras comunidades (Castro *et al.* 1997; Aramburu 1998: 13; Lull *et al.* 1999: 61; Hernández y Aramburu 2005; Guerrero *et al.* 2006: 147, 175; Calvo *et al.* 2009).

La arquitectura monumental ciclópea de carácter comunitario se concentra ahora en el ámbito ideológico-religioso con la construcción una tipología constructiva nueva. Este nuevo tipo de estructura se asocia a santuarios y recintos de taula, en Mallorca y Menorca respectivamente, en los que se desarrollan actividades rituales (Castro *et al.* 1997; Guerrero 1999: 73; Salas 1999; Gornés *et al.* 2004; Guerrero *et al.* 2006: 148-170). Parece ser que su construcción, donde las pilastras tienen esencialmente un papel simbólico, va relacionada con la presencia de nuevos cultos y ceremonias que están asociados a cambios en las prácticas ideológico-religiosas. Seguramente, la implantación de este tipo de estructuras no resulte sólo un cambio formal de la arquitectura edilicia, sino que, probablemente, represente importantes cambios sociales.

El territorio estudiado, asociado al poblado del *Puig de Sa Morisca*, presenta al menos, uno de estos santuarios, *Es Fornets*, situado a 1 km del asentamiento de hábitat. Otros ejemplos de santuarios son *Els Antigors*, *Son Mas*, *Son Marí*, *Allmallutx*, *Son Corró* (Guerrero 1983; Waldren 1996).

Como ha señalado Dietler (1997: 326) para otras zonas del Mediterráneo “...*the process of increasing monumentalization of ritual spaces and the use of heroic statuary as part of the ideological strategy of a developing elite class to transform traditional communal ritual practices into a symbolic device intended to promote personal glorification and naturalize the increasingly asymmetrical structure of social relations*”. Los cambios que observamos en la esfera ideológica de las comunidades postalayóticas tienen especial relevancia en la organización social y en la probable configuración de castas sacerdotales. Parecen relacionarse con el surgimiento de nuevas dinámicas sociales que pudieron afectar también, potencialmente, a la producción de cerámica.

En el universo cerámico de muchas sociedades, las alteraciones más profundas en la producción pueden relacionarse con cambios en la ideología que afectan a la adopción de cambios en las técnicas de fabricación y en las formas producidas (García Roselló 2008: 202).

Finalmente, como se ha comentado, en este periodo, parece producirse el amurallamiento de algunos núcleos de hábitat. Si bien tradicionalmente la creación de lienzos murarios se ha adscrito a las primeras fases de la cultura talayótica algunos poblados como *Son Fornés*, *Ses Païses* o *Pou Celat* muestran, en el periodo de transición al postalayótico (600-500 BC), indicios de la construcción de estos cerramientos. Este fenómeno parece coincidir con la fortificación del sector noreste del *castellum* del *Puig de Sa Morisca*.

27.5.3.2. Interpretación de las dinámicas del periodo Postalayótico: El impacto de los contactos.

Si bien la presencia de los cambios que acontecen, ya desde los siglos VII-VI BC y a lo largo del Postalayótico, coincide, sin lugar a dudas, con la aparición de materiales de importación, existe un extenso debate acerca del papel que cumplen los contactos externos dentro de los procesos de cambio de las sociedades indígenas.

En este sentido, parece segura la existencia de contactos entre individuos de las islas con agentes externos procedentes de sociedades clásicas, en especial parecieron ser muy intensas las relaciones con individuos de origen fenicio-púnico. Aunque, a partir de la segunda mitad del siglo III BC, pudieron tener lugar también con agentes itálicos (Vallorí *et al.* e. p.). De este modo, están en vigor, aunque en diferente grado de profundización, diversos puntos de vista acerca del papel que tuvieron estos contactos en las sociedades isleñas.

A) Postura colonial.

Por una parte se constatan, desde los años 70³⁴⁷, el desarrollo de posturas que enfatizan una aculturación intensa de las comunidades postalayóticas. En este periodo se buscan rasgos en la cultura material que evidencien la presencia de individuos de origen semita entre las comunidades nativas, explicando los cambios en la cultura material indígena a través de procesos colonizadores y de dominio político, ideológico, religioso, etc., mediante estrategias de coerción y de relaciones desiguales fuertemente controladas por parte de los agentes externos. En este sentido, se ha tratado de ver como un contacto desigual con el mundo púnico, conllevó, en algunos casos, la reinterpretación del mundo funerario indígena con la asimilación de algunas de las prácticas típicas de esta cultura.

En este sentido, se pueden citar algunas manifestaciones como, por ejemplo, el enterramiento en parihuelas o ataúdes de madera, como muy posiblemente ocurría en la necrópolis ebusitana del *Puig des Molins*, el enterramiento en hipogeos artificiales, la existencia de cremaciones, los enterramientos infantiles en urnas de cerámica o en ánforas y en fosa. Según Guerrero (1984), esta variedad funeraria podría ser una evidencia de la desigualdad de los contactos con agentes externos en la isla que contrasta enormemente con la homogeneidad de los enterramientos documentada en época talayótica.

Según esta corriente, la implantación de ritos y estrategias funerarias, de presumible origen foráneo, pudo ir acompañada de profundos cambios en la ideología de las sociedades indígenas. En este sentido, se señala que “*El impacto cultural semita incidió, además del aspecto material, en las creencias del hombre Talayótico, produciéndose una diversificación tanto de rituales como de lugares de enterramiento así como la introducción de nuevos elementos de culto.*” (Orfila *et al.* 1996: 10). Como ya se indicó, la cultura material asociada a los enterramientos citados también presenta ciertas novedades donde resalta la generalización de objetos metálicos de uso personal como adornos, anillos, cuentas de pasta vítrea, fíbulas, armas, discos de bronce con decoración en relieve y cadena, campanillas de bronce también documentadas en *Puig des Molins*, y placas de plomo decoradas (Ensenyat 1981).

³⁴⁷Rosselló Bordoy 1973; Plantalamor y Rosselló 1975; Fernández Miranda 1978; Waldren 1982; Guerrero 1980; 1981, 1983, 1984, 1985, 1986, 1997; 2002; 2003; Orfila y Sintés 1984; Vallespir *et al.* 1987; Plantalamor y Rita 1986; Pons 1991; Orfila *et al.* 1996; Castro *et al.* 1997; Camps y Vallespir 1998.

Dentro de este tipo de materiales, destaca una nueva estatuaria representada en elementos como los “*Mars baliáricus*” (Llompart 1960; Guerrero 1980; Gual 1993; Blech y Marzoli 2003) o las representaciones de aves como gallos o palomas (Guerrero y López 2006).

Esta nueva materialidad pudo ir correlacionada con una reestructuración en el ámbito de la ideología y la religiosidad que se manifiesta especialmente en santuarios o recintos ceremoniales y los enterramientos. La adopción de representaciones de guerreros, tauro-morfos y otras de palomas en yacimientos como *Sa Punta*, *Son Maimó*, *Sa Cometa des Morts*, *Son Cresta*, *Cova Montja*, *Costitx*, *Son Carrió* o *Sa Cometa des Morts* se han vinculado a un proceso de asimilación de algunos mitos o dioses de origen semita. Parece ser, que se pudo producir un proceso de sincretismo donde antiguas creencias ancestrales se habrían asimilado a formas de representación de divinidades típicamente semitas, como Astarté-Tanit, Baal-Hammon y Reshef-Melqart. Representaciones tauro-morfos parecen documentarse ya desde los primeros contactos con los fenicios pero las palomas y los guerreros de metal no se conocían anteriormente a estos contactos (Guerrero 1983, 1984, 1985: 89-133 y 1994; Marí y Rosselló 2005; Guerrero y López 2006).

La presencia de elementos semitas también se ha contemplado en muchos de los rasgos arquitectónicos que presentan las estructuras, como los santuarios o los hipogeos de enterramiento, en las que se pueden encontrar esta cultura material de tintes foráneos. Por un lado, se sostiene que, en los hipogeos artificiales de enterramiento, se produce la incorporación de cuevas excavadas con columna exenta y una configuración a partir de cámaras múltiples (*Cova Montja*, *Son Taixaquet*, *Son Maimó*, *Sa Cova des Forn*). Este tipo de estructuras, así como otros yacimientos menorquines (*Cala Morell*, *Cales Coves*), evidencian algunos rasgos típicos de los hipogeos púnicos como los de *Puig des Molins* en Ibiza.

Por otro lado, los santuarios se caracterizan, al igual que los recintos de taula, también por presentar series de columnas alineadas en su interior (Guerrero 1985 y 1986) que se relacionan con la introducción de nuevas ceremonias y rituales. En definitiva, ambos tipos de asentamientos presentan columnas o bien monolitos verticales, que en el caso de algunos hipogeos de *Cala Morell*, imitan a los constatados en los recintos sacros (Guerrero *et al.* 2006: 165-175).

Esta influencia de elementos semitas se manifiesta también en otros elementos arquitectónicos como la construcción de estructuras con adobes (Castro *et al.* 1997), patente en yacimientos como *Puig de Sa Morisca* y el *Turó de les Abelles* (Camps y Vallespir 1998), o la construcción de lienzos murarios que siguen técnicas constructivas típicas del mundo clásico en yacimientos como *Hospitalet Vell* (Rosselló 1983) o *Puig de Sa Morisca* (Guerrero y Calvo 2001; Guerrero *et al.* 2002).

Finalmente, se ha tratado de justificar la presencia de agentes comerciales de origen púnico en las estaciones indígenas a raíz de la constatación de grafitos en las cerámicas importadas (Ruiz Cabrero 2002), de la ocupación de determinados islotes costeros (Guerrero 1984, 1985, 1994, 1997), de la existencia de importantes cantidades de ánforas vinarias y de la consecuente asimilación del consumo del vino (Guerrero 2003), así como por la presencia de cerámicas, como los *askoi*, que imitan modelos importados en los yacimientos (Plantalamor y Gual 1986; Pons 1991) y que tal vez fueron fabricadas por individuos foráneos asentados entre las comunidades nativas. Posteriormente, se tratará el fenómeno del consumo de vino y de la presencia de cerámicas inspiradas en modelos clásicos en mayor profundidad.

En este sentido, la mayoría de los investigadores que estudian los fenómenos coloniales de la Antigüedad coinciden en señalar, como indicadores de un proceso colonial en consolidación, dos aspectos esenciales. Por un lado, la presencia de gentes extranjeras en una región situada a cierta distancia de su lugar de origen. Por otro, la evidencia de explotación socioeconómica o de relaciones de dominio sobre la población colonizada. Según V. Guerrero (1984, 1985, 2003; Guerrero y Calvo 2001; Guerrero *et al.* 2006: 147), una vez superada una fase pre-colonial o “aristocrática”, la colonización, la introducción de nuevas ideas y conceptos en el mundo indígena, así como el establecimiento de relaciones asimétricas entre colonizadores y colonizados se intensifica, básicamente, por tres vías de contacto:

1) Fundación de asentamientos costeros o factorías ocupadas por poblaciones semitas (Guerrero 1981; 1984, 1985).

Un factor que determina un cambio sustancial entre la relación que se establece entre el mundo púnico y las comunidades talayóticas es la implantación de la factoría púnica de *Na Guardis* en la *Colonia de Sant Jordi*. La presencia de grupos púnico-ebusitanos, asentados de forma permanente y ejerciendo la soberanía directa sobre una parte del territorio mallorquín, aunque sin asentarse directamente en éste, permite visualizar un intercambio desigual, al menos desde el punto de vista económico. A principios del IV BC el islote de *Na Guardis* fue utilizado por los mercaderes y marinos púnicos-ebusitanos como sede de un pequeño pero complejo asentamiento. Este núcleo se dotó de una serie de infraestructuras que permitían, no sólo la llegada y el atraque de naves, sino también la estancia durante largas temporadas al año en la isla de comerciantes y artesanos metalúrgicos. En este islote se documentaron, entre otras, infraestructuras portuarias, almacenes y viviendas, pequeñas dependencias y una zona de talleres metalúrgicos (Guerrero 1997). Pese a lo limitado de la extensión territorial directamente ocupada y gestionada por agentes extranjeros, la presencia de esta factoría y del control que ejerce sobre la explotación de las salinas de la zona costera inmediata evidencia que el modelo de intercambio con el mundo púnico cambió radicalmente y ya no se limitó exclusivamente al intercambio de bienes exóticos.

El momento de fundación de núcleos costeros como *Na Guardis* coincide con el inicio del apogeo de la introducción, en el siglo IV BC, en las comunidades Postalayóticas de un registro material nuevo donde destacan los materiales cerámicos a torno, especialmente materiales anfóricos. La bibliografía señala que fruto de estos contactos pudieron mutar algunos rasgos de la sociedad talayótica, favoreciendo durante el postalayótico una mayor jerarquización social, la aparición de segmentos marginales en la población y, probablemente, el surgimiento de formas de dependencia personal así como una consolidación del poder aristocrático (Guerrero 1995, 1997, 1999; Hernández 1998; García Riaza 1999; Guerrero *et al.* 2002; Guerrero *et al.* 2004; Fernández y Costa 2006: 116; Guerrero *et al.* 2006: 219-224).

2) Explotación de recursos estratégicos:

Todo indica que la factoría comentada anteriormente centralizó la explotación de sal en la zona de la *Colònia de Sant Jordi*. Las excavaciones efectuadas en el asentamiento de *Es Trenc* pusieron al descubierto la existencia de infraestructuras destinadas al transporte de este producto. Ello evidencia dos aspectos, por un lado, que la elección del lugar donde se situó la factoría fue profundamente premeditado y fruto de un buen conocimiento del medio. Por otro, la existencia de algún tipo de relación entre los individuos semitas y las poblaciones nativas, puesto que todo indica la utilización de mano de obra indígena para la explotación de la sal (Guerrero 1987). La organización de la producción de sal estuvo, tal vez, orquestada por parte de agentes púnicos a cargo del estado encargados también de los reclutamientos para las levas de mercenarios.

3) Salida y reentrada en la isla de parte de la población local como mercenarios del ejército cartaginés y romano (Guerrero 1980, 1999: 110; García Rosselló y Quintana 2003; Quintana y Guerrero 2004; Fernández y Costa 2006: 204).

Según algunos autores ésta pudo constituir una vía de salida para el exceso demográfico observado en el mundo indígena para este periodo en las islas (Coll 1993; Aramburu 1998). La información sobre la incorporación de honderos baleáricos en los ejércitos cartagineses ha sido tratada en profundidad (Blanes *et al.* 1990; Domínguez Monedero 2004, 2005, 2006) a partir fundamentalmente del análisis de diversas fuentes clásicas. De este modo, está ampliamente constatada la participación y la integración de individuos indígenas en los ejércitos cartagineses a partir del siglo V BC³⁴⁸.

³⁴⁸ Una primera intervención pudo producirse en la batalla de Himera (480 a.C.), sin embargo, la primera referencia fiable la documenta *Diodoro* a finales del siglo V BC en Selinous (406 a.C.) (Diodoro XI, 20-22). Otras referencias se constatan en el año 311 a.C., cuando las tropas baleáricas intervienen de nuevo en Sicilia y en África (310-306 a.C.) (Diodoro XX, 6, 3; XX, 11, 1; XX, 38, 3; XX, 54, 4). Durante la Primera Guerra Púnica, las tropas baleáricas debieron de seguir formando parte de los ejércitos púnicos. sin embargo, sólo disponemos de una cita en la que ello se confirma (Polibio I, 67, 7). Para la II Guerra Púnica se cuenta con informaciones más precisas y se observa cómo éstos forman parte importante y permanente de los contingentes de los diferentes ejércitos cartagineses. Tanto Tito Livio como Polibio se refieren a las intervenciones de los baleáricos en distintas batallas (Trebis 218 a.C., Trasimeno 217 a.C., Cannas 216 a.C., Zama 202 a.C., Baecula 208 a.C.). Con posterioridad a la conquista de las Baleares por Roma, los honderos baleáricos también forman parte de las tropas de los ejércitos romanos. Entre las referencias disponibles se pueden destacar las que se refieren a la guerra de Jugurta (111-105 a.C.) (Salustio Bel. lug. 105 1-2).

Contamos con diversas fuentes que hablan del reclutamiento y las levadas de mercenarios baleáricos, aunque no hay demasiados testimonios para conocer de modo directo los mecanismos que empleaban los cartagineses para reclutar a los mercenarios baleáricos. Las primeras referencias se relacionan con el reclutamiento de mercenarios en Iberia, las Baleares o la propia África por parte de los cartagineses para la guerra contra los griegos en el 406 a.C. (Diodoro, XIII, 80, 2). Esta fuente cuenta como los agentes cartagineses, con grandes sumas de dinero, recorren los territorios en los que hay que reclutar tropas para lograr sus objetivos. En el 208 a.C. encontramos una segunda referencia cuando, después de la desastrosa batalla de Baecula en el contexto de la Segunda Guerra Púnica, Magón, el hermano de Aníbal, se dirigió en persona a las Baleares con grandes sumas de dinero para reclutar tropas mercenarias (Livio, XXVII, 20, 8).

A partir de estas dos citas, y a pesar de que han pasado doscientos años entre ellas, pocas cosas parecen haber cambiado. Los púnicos se presentan ante las comunidades postalayóticas para conseguir, a cambio de grandes sumas de dinero, reclutar a mercenarios. Sin entrar en el tema monetario, que como comentan numerosas fuentes clásicas, nunca fue un elemento válido para las transacciones con las comunidades postalayóticas, lo cierto es que parece que los púnicos se presentan ante los responsables de las comunidades postalayóticas con una oferta a cambio de mercenarios. Estos fenómenos representan la existencia de relaciones asimétricas o desiguales entre ambas sociedades, en la que una de ellas obtiene un bien del que requiere para sus propios intereses, en este caso, recursos humanos. Este esquema se corresponde con modelos de sociedades con un claro proceso de segmentación y jerarquización, por el que, una vez pactado con los jefes de las comunidades, ciertos grupos salen de manera forzada o voluntaria como mercenarios.

B) Postura postcolonial.

De estas apreciaciones se deriva que la intensificación de los contactos del mundo indígena con el mundo fenicio-ebusitano no será neutro, sino que será determinante en la estructura de la nueva sociedad postalayótica, como ocurre generalmente entre sociedades que entran en contacto con agentes externos.

Este contacto afectará tanto a los productos que se intercambian como al modelo según el que se desarrolla dicho intercambio, así como a las transformaciones ideológica-religiosas generadas en el seno de las comunidades indígenas. Sin embargo, esta visión está definida exclusivamente desde el punto de vista del colonizador y, por tanto, refleja sólo una parte del fenómeno. Quedaría por analizar el fenómeno desde el punto de vista del colonizado (Said 1993; Bhabha 1994; Gosden 2001). Esta estrategia dual permite un análisis más completo y matizado del proceso (Krueger 2008), puesto que, si bien algunos indicadores parecen reflejar una relación desigual entre el colonizador y el mundo indígena, también que se constatan evidencias que permiten plantear que la influencia del mundo púnico interactuó de manera importante con el sustrato indígena. En este sentido, no se cuestiona que el mantenimiento de contactos con agentes externos conllevó cambios sustanciales en las comunidades de la isla. Éstos son evidentes si analizamos la realidad geográfica del territorio insular, donde en una de las islas del archipiélago se estableció una colonia que interactuó con el resto de sociedades de las islas.

Sin embargo, el análisis del fenómeno requiere, por tanto, de enfoques que, desde el mundo indígena, permitan un análisis completo de la complejidad del proceso de interacción entre ambas comunidades. Debe considerarse que los contactos establecidos entre ambas sociedades colaboran mutuamente en el establecimiento de las estructuras que las rigen. De este modo, tampoco puede entenderse la sociedad fenicio-púnica sin tener en cuenta las relaciones que éstos establecen con el mundo indígena. Este tipo de enfoques ya se han formulado para otras zonas del Mediterráneo Occidental (Vives Ferrándiz 2005), si bien una lectura postcolonial de estos fenómenos todavía no se ha desarrollado para el ámbito geográfico que nos ocupa. En este sentido, desde la óptica local, hay varios puntos que deben desarrollarse.

Por un lado, hay que hacer una valoración crítica del papel que se ha otorgado al proceso de colonización y a sus agentes a la hora de configurar la propia sociedad del postalayótico. Por otro, hay que establecer qué aspectos de los contactos son determinantes, dentro de los esquemas de racionalidad nativos, en el desarrollo de los procesos sociales que se constatan en las comunidades indígenas y cómo afectarán cualitativa y cuantitativamente a la información, a las ideas y a los sistemas por las que se transmiten, así como a las formas de organización de estas sociedades.

Realizar una valoración profunda de estos procesos supera ampliamente las expectativas de este trabajo, sin embargo se va a realizar un breve acercamiento a éstos con el objetivo de esbozar un marco interpretativo básico. Posteriormente, en apartados siguientes, se realizará un acercamiento más profundo a determinados aspectos que están más estrechamente relacionados con el universo cerámico, como la presencia o la ausencia de determinadas técnicas cerámicas, de nuevas relaciones contextuales en la cerámica y de algunos hábitos alimentarios.

1.- Valoración crítica del impacto de la colonización.

Ya se ha comentado que el contacto con el mundo púnico no fue neutro y favoreció profundas transformaciones en las sociedades posttalayóticas. Lo cierto es que durante esta fase muchas de las prácticas sociales que caracterizaban el mundo talayótico parecen desestructurarse. En este sentido, más que determinar la existencia de un contacto desigual, queda por demostrar el impacto real de dicho contacto, así como la respuesta de las comunidades postalyóticas al nuevo contexto en el que viven. A continuación se va a pasar a valorar estos factores con el objetivo de ofrecer una postura en la que el rol de los individuos foráneos en la configuración de las estructuras locales queda relegado por otra en la que los individuos nativos son los principales protagonistas a la hora de definir los rasgos de su propia sociedad. En este sentido, hay varios puntos que permiten minimizar el papel otorgado por la postura colonial a los agentes externos en los cambios constatados en las comunidades del Talayótico Final y del Postalayótico:

a) Los asentamientos púnico-ebusitanos se localizan exclusivamente en un territorio restringido a la costa del sur de Mallorca (Guerrero 1987) y en islotes aledaños como *Na Guardis* (Guerrero 1984) y, probablemente, *Na Galera* (Guerrero 1981) o *S'Illot d'en Sales* (Guerrero 1989). El hecho de que los comerciantes ebusitanos se ubicaran fuera de la isla no es casualidad y puede vincularse con una intención premeditada por parte de estas poblaciones de no asentarse en el interior de la isla. De este modo, la gestión directa del territorio isleño sólo ha sido documentada en la explotación de las salinas del sur de Mallorca, donde las estructuras arquitectónicas ebusitanas son muy reducidas.

Todo ello podría indicar que este fenómeno de implantación sobre el territorio mallorquín y la explotación de sus recursos ha sido sobredimensionado por la bibliografía colonial. Igualmente, hasta el momento desconocemos qué tipos de productos indígenas eran los que abastecían a los comerciantes púnico-ebusitanos. En esta visión de la interacción entre ambos mundos resta pendiente por analizar hasta qué punto esos indicadores son el reflejo real de un proceso claro de colonización o hasta qué punto únicamente hablan de intercambios más o menos desiguales de determinados productos o necesidades. El registro cerámico documentado, tanto en los asentamientos indígenas como en la factoría púnica de *Na Guardis*³⁴⁹ (*Colonia de Sant Jordi*), señala estrechos contactos entre ambas sociedades. Ello supuso probablemente la introducción y el intercambio de conocimientos y una reestructuración de los agentes que intervienen del sistema de traspaso de la información de las poblaciones locales.

b) Wagner (2005 y 2007) documenta como a menudo el inicio de los contactos con el mundo fenicio-púnico no estuvo exento de tensiones y resistencias en el seno de las poblaciones indígenas. Éstas son evidentes por parte de la población local hacia el reclutamiento mediante sistemas coercitivos de mercenarios baleáricos. A este respecto se pueden señalar los problemas que, en 206 a.C., tiene Magón con el reclutamiento de honderos baleáricos. Las fuentes no especifican en qué zona de Mallorca intentó desembarcar Magón, pero sí reflejan la hostilidad con que fueron recibidos los contingentes cartagineses por parte de los nativos (Livio, XXVIII, 37, 7). Como comenta Domínguez-Monedero (2004, 2005 y 2006), para Livio este comportamiento resulta extraño y es difícil saber las causas de este rechazo. Entre algunas de las razones se pueden citar:

1.- La existencia de algún acuerdo con los romanos, como el que algunas comunidades de la isla pudieron haber establecido con Escipión en el 217 a.C., cuando, sitiando a Ebusus y saqueando el resto de la isla, tuvo lugar una entrevista con unos *legatis* de las islas Baleares que llegaron hasta allí con la intención de pedirle la paz a Escipión.

³⁴⁹ En la factoría de *Na Guardis* también se documentan piezas desgrasadas con mineral y vegetal típicas de fábricas postalayóticas (Guerrero 1997).

2.- Que los baleáricos de Mallorca se resintiesen aun de la leva que el propio Magón había realizado hacía apenas dos años (208 a.C.), cuando en un momento de urgencia debido al desarrollo de la II Guerra Púnica, el general cartaginés habría podido utilizar procedimientos expeditivos o levas masivas violentas. La nueva acción de Magón, igual que la que había llevado a cabo dos años antes, puede que no contase con el respaldo suficiente entre los jefes indígenas que, ante la llegada de nuevo del general, reaccionaron de forma violenta.

3.- También es posible que los mecanismos de interacción púnicos en Mallorca estuviesen atravesando momentos de dificultad bien por la acción romana, bien, quizá con más probabilidad, por la propia acción opositora de los indígenas. Tal vez las vías de contacto entre los púnicos y los nativos se estaban alterando debido a un posible aumento de la desconfianza, materializada en la embajada que los habitantes de Mallorca envían a Escipión en el 217 a.C. Este hecho también puede evidenciar que el poder de Ebusus sobre las islas de Mallorca y Menorca nunca fue tan efectivo como se ha venido planteando y que las poblaciones locales tenían cierta autonomía frente a la potencia colonizadora.

En definitiva, la existencia de rebeliones por parte de los mercenarios baleares, tanto en el asedio de Cartago como en la isla de Menorca ante las levas de Magón (Blanes *et al.* 1990), pueda reflejar quizá que las relaciones de dominio de los colonizados púnicos sobre las poblaciones indígenas no fueron tan fuertes como se pensaba.

Más allá del análisis del papel de los honderos baleáricos en las diferentes contiendas, para el discurso que estamos realizando es mucho más significativo valorar cómo interactúa la relación entre las comunidades indígenas de donde salían los mercenarios y los ejércitos donde se enrolaban, así como la posible influencia que a su vuelta estos mercenarios pudieron ejercer en el mundo postalayótico. Ello permitirá profundizar en la relación que se da entre el mundo púnico y el postalayótico.

Esta salida del contexto que resulta la propia isla supone un punto de ruptura en el tiempo/espacio de los canales de información mediante los que los individuos situados en nuevos contextos³⁵⁰ adquieren informaciones nuevas relacionadas con nuevos hábitos, modos de vida, tradiciones culinarias, rituales etc. En este sentido, Aramburu (1998: 114) apunta, dada la salida eminentemente de varones de la isla, hacia una desestructuración de los sistemas de parentesco. Si bien podríamos pensar que el contingente de mercenarios que salió de la isla representa un porcentaje muy bajo de la población local, inferior al 5%, algunos autores (Marí y Rosselló 2005) sostienen que el reclutamiento se realizó en oleadas por lo que en determinados periodos la cantidad de individuos indígenas varones que abandonó la isla pudo llegar al 20 % de la población masculina activa. La ausencia de estos individuos habría comportado necesariamente una reestructuración de la organización social así como de los sistemas productivos.

Posteriormente a la vuelta, estos individuos habrían aportado nuevas informaciones aprovechando los canales de información establecidos en la isla de los que ya conocen su funcionamiento. Éstos habrían podido experimentar una ascensión social y a través del numerario conseguido en las levas que sería canjeado por bienes susceptibles de ser contabilizados en la economía balear, integrándose de este modo en los grupos de poder. Este proceso habría resultado por tanto un elemento desestabilizador de las formas de organización socioeconómica de las comunidades indígenas de Baleares.

Al mismo tiempo, las fuentes clásicas apuntan hacia la entrada de mujeres en la isla propiciada por estos individuos que han regresado (Domínguez Monedero 2006). Debemos suponer la entrada, en las poblaciones locales, de nuevos individuos femeninos que podrían haber participado de la producción cerámica y que habrían desconocido las costumbres, valores y tradiciones locales de carácter ancestral que habían estado vigentes. Todo ello supone un reajuste de la sociedad para cubrir las nuevas necesidades de estos individuos que son transmitidas al grupo en su conjunto.

³⁵⁰ Resulta interesante señalar como las fuentes sitúan a los baleáricos aglutinados por los cartagineses junto con íberos, celtas, fenicios libios ligures y esclavos de ascendencia helénica durante el siglo III BC (Diodoro XIX, 109, 1, 2 (51)). Ello nos da una idea de la diversidad de contactos que pudieron establecer estos individuos.

c) La no adopción de muchos de los sistemas manufactureros ebusitanos por parte de las poblaciones indígenas como la tecnología cerámica³⁵¹ (García y Quintana 2003; García Rosselló 2010), la metalurgia (Delibes y Fernández-Miranda 1988; Gual 1993), o la construcción arquitectónica con técnica ciclópea (Guerrero 1999). Destacan, otros fenómenos de resistencia, como la no adopción de un sistema monetario y del alfabeto que, en cambio, fueron asimilados en otras comunidades indígenas del Mediterráneo (Guerrero 1984, 1985; Dietler 1997). Finalmente, señalar la persistencia de los lugares de habitación talayóticos (Díez *et al.* 1980; Gasull *et al.* 1984a, 1984b, 1984c; Hernández y Aramburu 2005; García Amengual *et al.* 2010) y de las tradiciones alimentarias que se pueden vincular al mantenimiento de los molinos de mano, la presencia del mismo tipo de fauna y la ausencia de contenedores olearios (Camps y Vallespir 1998),

d) La presencia desigual de materiales anfóricos ibéricos y greco-italicos entre la factoría de *Na Guardis*, que surtía a las poblaciones indígenas y algunos poblados talayóticos. En este sentido, diferentes trabajos (Guerrero y Quintana 2004, Quintana 2006) han contabilizado un porcentaje muy inferior de estos materiales en la factoría de *Na Guardis* respecto a los niveles de ocupación de los poblados de *Ses Païses* (Aramburu y Hernández 2005) y el *Puig de Sa Morisca*. Aunque no dudamos del control comercial del mundo púnico-ebusitano sobre la isla de Mallorca, este fenómeno puede apuntar a que estas poblaciones no controlaban por completo el volumen de los intercambios entre la isla de Mallorca y el exterior, por lo que *Na Guardis* parece relacionarse más con un control de la explotación salinera que con una introducción de materiales anfóricos a gran escala en Mallorca. En este sentido, otros autores (Vallorí *et al.* e. p.), apuntan también a la presencia, patente a finales del siglo III BC, de otros agentes externos en la isla, como los comerciantes itálicos. Este aspecto viene a determinar un panorama en el que las poblaciones locales pudieron disponer de cierta independencia a la hora de establecer contactos con agentes externos de diferente procedencia.

³⁵¹ En lo que a la cerámica respecta hay que señalar que entre los siglos III-I BC no se adoptó el modelado con torno y se mantuvo utilizando una tecnología a mano. Si bien se han documentado algunos materiales cerámicos realizados con torno lento en el *Turó de les Abelles* (Camps y Vallespir 1998), los análisis arqueométricos realizados sobre éstos señalan hacia producciones púnico-ebusitanas (Buxeda y Cau 1998). Nada indica, por tanto, que su fabricación se produjo por parte de poblaciones locales de Mallorca.

e) Si se compara con el contexto peninsular, la llegada del comercio ánforico a las Baleares es relativamente tardío, (finales s. VI BC) (Guerrero 1989 y 1998; Guerrero *et al.* 2002). Las causas hay que buscarlas en razones endógenas de las comunidades indígenas y no en la falta de contactos con el exterior. El comercio ebusitano, desde sus inicios, fue extraordinariamente selectivo (Ramón 1996), aportando a cada entorno geográfico aquello que, por una razón u otra, era objeto de buena aceptación. Lo mismo seguirá ocurriendo a lo largo de la colonización romana de Baleares, donde determinados productos no acaban de adoptarse en la isla, mientras que otros son de gran aceptación. Posteriormente, se tratarán algunos de estos procesos de aceptación y resistencia por parte de las poblaciones locales. Uno de los motivos de la tardía llegada de ánforas al sistema de intercambio en las Baleares pudo ser, con probabilidad, la aceptación más tardía del vino por parte de las comunidades indígenas como un elemento más de prestigio (Guerrero 1994) para su consumo social. Sin embargo, la cuestión está en saber por qué en las Baleares no se incentivó esta práctica, ni se aceptó hasta fechas tan tardías, mientras que fue común desde los primeros momentos de contacto con el mundo clásico en tierras continentales y en las grandes islas centro mediterráneas (Dietler 1997).

f) Tradiciones funerarias: A nuestro entender, las nuevas transformaciones funerarias del mundo indígena deben ser analizadas bajo un prisma claramente local, donde la influencia del mundo púnico debe ser matizada. Las poblaciones del postalayótico, pese a reinterpretar algunas de las tradiciones púnicas, no llegaron, en ningún caso, a adoptarlas directamente. En este sentido, debe señalarse la necesidad de matizar aquellos rasgos de las estrategias funerarias que la postura colonial había asimilado como propios del mundo púnico.

f.1) En lo que se refiere a los hipogeos de enterramiento, no se han documentado estructuras que se asimilen, aunque sea parcialmente, a las propias de modelos púnicos, ni en morfología ni en sistema arquitectónico. La morfología arquitectónica de los hipogeos mallorquines es muy irregular sin formas asociadas, en ningún caso, a recintos cuadrangulares o rectangulares.

En cambio, en la mayoría de casos, la excavación es horizontal y no en pozo, como ocurre en contextos púnicos. Además, en el caso indígena el número de individuos inhumados en estas estructuras es mucho más alto, no pudiéndose hablar, como sucede en el mundo púnico, de linajes. En este sentido, los hipogeos mallorquines responden a dinámicas sociales que se distancian de las observadas en las estructuras semitas.

f.2) En los que se refiere a las cremaciones o incineraciones, si bien en los siglos IV y III BC éstas fueron bastante marginales en contextos púnicos, hay que señalar que aparecen en un ámbito muy localizado de la isla, constatándose exclusivamente en las necrópolis de *Son Real* y *S'illot des Porros* (Hernández 1998; Hernández *et al.* 1998). Este tipo de prácticas funerarias aparecen, además, relacionadas con una arquitectura funeraria singularmente indígena, evidenciando su reinterpretación dentro de los esquemas de racionalidad locales. Tampoco conocemos en contextos indígenas enterramientos secundarios en urna a partir de cremaciones.

f.3) La utilización de contenedores funerarios se reduce a sarcófagos de madera y parihuelas, sin adoptarse los contenedores rectangulares de arenisca, a excepción de los utilizados para las inhumaciones infantiles, que no tienen paralelos en el mundo ebusitano. Mucho menos se conocen sarcófagos de arenisca antropomorfos como los que han sido documentados en las necrópolis de *Gadir*. Dentro de este grupo, se pueden citar los sarcófagos tauromorfos de *Sa Punta* de clara factura indígena y que se alejan de concepciones foráneas. Tampoco son adoptados, por parte de las comunidades postalayóticas, los enterramientos en fosa con sarcófagos rectangulares y, sólo de forma muy marginal, se puede hablar de enterramientos simples en fosa.

f.4) En lo que se refiere a los enterramientos infantiles, hay que destacar que, en *Ebusus*, éstos siempre aparecen acompañados de inhumaciones adultas. Este fenómeno, que también es el mismo en el mundo postalayótico, presenta ciertas diferencias en el ámbito local.

Si bien el enterramiento de individuos infantiles constituye un fenómeno que también está presente en *Ebusus* y en otras necrópolis púnicas como la de *Gadir*, en el mundo postalayótico los contenedores cerámicos son de clara factura indígena. Además aquí los individuos infantiles se inhuman, en cambio, en el mundo púnico este fenómeno está asociado más con el fenómeno de la incineración que con la inhumación. Las diferencias en las estrategias de enterramiento infantil del mundo púnico y postalayótico se acrecientan a partir del siglo II BC, cuando aparecen necrópolis destinadas exclusivamente a individuos infantiles como *Son Ferrer* (Garciaas y Gloaguen 2003) o *Cas Santamarier* (Guerrero y Rosselló 1983). En estas necrópolis, se asiste a enterramientos infantiles en los que, a partir del siglo II BC y a diferencia del mundo púnico, los individuos son enterrados en contenedores cerámicos a mano y en urnas de arenisca que no se utilizan en el ámbito semita, y que forman, hecho específico del mundo indígena, una necrópolis infantil segregada de las inhumaciones de adultos. En algunos casos, se documentan enterramientos infantiles en ánforas aunque, como sucede en el mundo púnico, este fenómeno resulta muy marginal en contextos indígenas mallorquines y no aparece hasta el siglo II BC.

f.5) Finalmente, debe mencionarse que tradiciones funerarias como los enterramientos colectivos compuestos por un gran número de individuos, el tratamiento de los cuerpos con cal, el tipo de ajuares depositados como las espadas, la morfología de muchas de las estaciones funerarias o la reutilización de monumentos arquitectónicos de periodos anteriores, son fenómenos exclusivamente indígenas y remiten a la vigencia de estrategias funerarias que se entroncan con fenómenos ancestrales propios de la I Edad del Hierro.

27.5.3.3. Conclusión: Aumento de la jerarquización social.

Las relaciones establecidas con el mundo púnico, tanto en su fase de intercambios no hegemónicos, como posteriormente con una fase de contacto más intenso y directo, no pudieron resultar neutras en los procesos de evolución social de las sociedades prehistóricas de Mallorca. Resulta evidente que los contactos que se establecieron y las dinámicas internas de estas sociedades favorecieron el surgimiento de diferencias sociales y económicas dentro de la sociedad autóctona. Sin embargo, como señala Krueger (2008), profundizar en el estudio de un intercambio desigual depende del hecho de incluir la perspectiva de los autóctonos. Hay que señalar que, gracias a estos contactos, ciertos individuos autóctonos habrían podido tener a su disposición objetos que son inexistentes en su entorno social. Éstos les habrían permitido modificar su posición social respecto al resto del grupo y reforzar su poder dentro de la sociedad, respondiendo de este modo los contactos también a sus necesidades. En este sentido, el impacto de este tipo de relaciones no debe analizarse en términos de transferencia tecnológica y/o de “riqueza” hacia el mundo indígena, que apenas se produjo, sino más bien en la acentuación de procesos de desestructuración de las formas sociales indígenas previas.

En cualquier caso, el intercambio con el mundo púnico exigió de la reestructuración de ciertos sistemas en el mundo indígena. Ello, sin lugar a dudas, potenció las posibilidades de aquellos grupos que tenían cierta preeminencia en las comunidades postalayóticas y que se adaptaron a la nueva situación. Ya se ha comentado que durante el Talayótico empezaron a detectarse ciertos grupos que tendrían un rol preeminente en la estructuración social, aunque éstos, en esa fase no generasen estrategias de control de los recursos o de accesos diferenciales a los mismos, sino que potenciasen estrategias de cohesión y de gestión comunal. Durante la fase violenta que se constata en el periodo de transición del Talayótico al Postalayótico aparecen comunidades en las que puede observarse cierta gestión no comunal de los recursos como en *Puig Morter de Son Ferragut* (Castro *et al.* 2003). Posteriormente, los niveles postalayóticos de los poblados, sugieren que algunos de estos grupos, que organizaban las estrategias comunales, desarrollaron estrategias diferentes cuyo resultado fue la segmentación social y el acceso diferencial de algunos grupos a recursos como puedan ser los productos importados.

Los contactos actúan como catalizadores e impulsores de tendencias que ya se estaban gestando en la propia sociedad talayótica y que conducían hacia una mayor jerarquización y estratificación social. Frente a una sociedad talayótica cuyas comunidades estaban vinculadas por prácticas y relaciones de cooperación y contraprestación, los investigadores plantean para el período postalayótico una configuración social caracterizada por un acceso diferencial a los recursos disponibles. Se produce un paso de fenómenos de cohesión social a otros de coerción social con la emergencia de grupos dominantes. En definitiva, parece producirse una clara fragmentación de la estructura social basada en las relaciones de reciprocidad y redistribución (Lull *et al.* 1999, 2001; Castro *et al.* 2003). Como señalan Castro *et al.* (1997: 71) “*The evidence of the differences between burials, both in the treatment of the corpse and the architectural structures, as well as the quantity and quality of the grave-goods, could be related to the emergence of aristocracies in the communities of the islands*”.

En este proceso, los intercambios con el mundo púnico potenciaron el papel de estos grupos, que aumentaron su control sobre los mecanismos necesarios para asegurar los intercambios. Todo ello influyó en un claro proceso de segmentación social, con la aparición de grupos relevantes de preeminencia patriarcal, junto a un proceso de desestructuración social y accesos diferenciales a la riqueza. Este proceso se visualiza en el registro arqueológico con la presencia de diferencias en los ajuares funerarios, la existencia de contenedores funerarios individuales junto a tradiciones de enterramiento colectivos, o la aparición de una casta guerrera y su simbolización en objetos como la estatuaria de guerreros con armas. La interacción que se generó entre una sociedad en proceso de jerarquización y el mundo fenicio-púnico conllevó la eclosión de nuevas posibilidades, necesidades y formas de concebir y expresar el mundo. En este sentido, debemos ser conscientes que el contacto con nuevos agentes en las sociedades postalayóticas de las islas, favoreció cambios estructurales internos. Todos estos cambios parecen indicar un proceso de jerarquización en el seno de la población local que conllevó el control de determinadas capacidades productivas³⁵² y de los excedentes por parte de determinados grupos o individuos.

³⁵² Si bien este control sobre la producción no se observa en la fabricación de cerámica local.

Estos grupos sociales pudieron canalizar los contactos externos, controlando la capacidad productiva que conlleva la entrada de productos importados. El control de los mecanismos de intercambios por determinados grupos habría favorecido el control de ciertos recursos productivos, así como la información y los conocimientos ligados a nuevas prácticas sociales ligadas a los mismos. Este cambio social coincide con una intensificación y la acumulación de la producción agrícola, que se manifiesta en la presencia de molinos de mano y en la presencia de *cerealia* en los análisis polínicos, como respuesta a los intercambios que se estaban produciendo con agentes externos (Castro *et al.* 1997).

Dicho proceso queda especialmente reflejado en las fases finales de la Cultura Talayótica donde se observa un aumento de los ajuares personales, del armamento, y de la presencia de personas que salen de la comunidad y se convierten en mercenarios. Finalmente, el poder político pudo estar cada vez más unificado territorialmente, hacia finales del s. III BC se constata³⁵³ la capacidad de delegación del conjunto de comunidades de las islas en unos pocos *legati*, lo que podría reflejar procesos importantes de concentración de poder en algunas de las comunidades postalayóticas (Guerrero *et al.* 2006: 246).

Todo ello lleva a pensar que las causas directas de dichos cambios en la sociedad autóctona no pueden basarse sólo en un control hegemónico y desigual de los agentes coloniales sobre la población local, sino de determinados grupos sociales indígenas que, desde una posición diferenciada de las dinámicas sociales anteriores, habrían favorecido una desestructuración de las formas organizativas y del orden social propio de la I Edad del Hierro en vistas a consolidar sus intereses.

En estos contextos de jerarquización, la proliferación de tropas mercenarias procedentes de las Baleares en los ejércitos cartagineses permite pensar que era una situación normal encontrar en las comunidades postalayóticas contingentes de varones especializados en acciones armadas.

³⁵³ Como señala Guerrero (1999: 113), en el año 217 a.C., cuando las tropas de Escipión asediaban *Ebussus* y saqueaban sus campos, unos *balearibus insulis legati* se presentaron ante Escipión solicitándole la paz en representación de todas las comunidades de las Baleares (Tito Livio XXII, 20,7).

Según las fuentes escritas, las levas de mercenarios no se realizaban mediante acuerdos o alistamientos individuales, sino que se articulaban por la vía de algún tipo de clientelismo militar, vínculos de servidumbre o dependencia personal de algún tipo con los jefes indígenas³⁵⁴.

El que las estatuillas halladas en contextos ceremoniales sean asimilables a Reshef-Melkart en Oriente, y éste ostente entre sus atributos originales el ser protector de los reyes y de la ciudad, explicaría, en gran medida, la facilidad con que las jefaturas indígenas pudieron adoptar estos iconos propios del mundo fenicio como elementos ideológicos que reforzaban el carácter sacralizado de su poder ante la comunidad.

Basándose en los datos proporcionados por Diodoro, algunos historiadores han señalado que el factor aparentemente común en todas las comunidades que proporcionaron mercenarios, norte de África, Sicilia, *Hispania*, sur de Italia, etc., fue el problema de la distribución de tierras, en definitiva el acceso diferencial a los medios de producción. La participación en los ejércitos extranjeros aseguraba un estipendio y una virtual participación en el reparto de botín obtenido. Por ello, las razones por las que se movilizaron importantes contingentes de honderos de las Baleares pueden ser perfectamente las mismas que las de las otras áreas de reclutamiento. Si bien no se puede obviar que los contactos con el mundo púnico en las islas de Mallorca y Menorca no generaron los mismos fenómenos de transformación en el seno de las sociedades autóctonas que han podido ser observados en otras zonas de la península ibérica o el resto de islas del mediterráneo occidental.

27.5.4. Algunos aspectos sobre el contexto de la cerámica a mano en época Postalayótica.

Ya se ha comentado que el contacto con el mundo púnico no fue neutro y generó profundas transformaciones en las sociedades postalayóticas. Lo cierto es que, durante este periodo, muchas de las prácticas sociales que caracterizaban el mundo talayótico parecen desestructurarse. En este sentido, queda por estudiar la respuesta de las comunidades postalayóticas al nuevo contexto social en el que viven.

³⁵⁴ Si bien no hay referencias directas a Baleares, las formas concretas que se conocen de esta dependencia personal y clientelar en la *Hispania* prerromana eran la *fides* y la *devotio*.

Uno de los objetivos de esta parte del trabajo es, precisamente, indagar en qué modo la producción de cerámica a mano está sujeta a fenómenos de desestructuración y de cambio. También resulta interesante indagar en el papel que pudieron tener los contactos establecidos y un nuevo marco social a la hora de conceptualizar las cerámicas y otorgarles cierto valor.

Antes de abordar en profundidad la fenomenología de la producción de cerámica a mano local se deben contemplar más detenidamente, además del marco histórico general ya planteado, otra serie de fenómenos que resultan fundamentales para entender e interpretar el rol que cumplen las cerámicas indígenas en la sociedad y los modos por los que se organiza su producción. Dentro de este discurso vamos a centrarnos, por tanto, en diferentes dinámicas de aceptación y resistencia cultural dentro de las comunidades del Hierro Final. De este modo, vamos a basarnos en cuatro aspectos básicos:

- 1) La relación contextual que se produce entre las cerámicas de factura local y otras de importación que obedecen a otras dinámicas.
- 2) La posible presencia de cambios en otros fenómenos con los que se asocian las vasijas, básicamente los hábitos alimentarios, las tradiciones culinarias y los patrones de consumo.
- 3) La relación de estos dos primeros aspectos con posibles cambios en la producción de cerámica, especialmente con un cambio tecnológico en las pastas, el modelado y las formas.
- 4) La existencia de fenómenos de resistencia dentro de la producción de cerámica local, como la ausencia de torno en las producciones isleñas. Éstos ayudan a aproximarnos a los esquemas de racionalidad de los individuos que producían cerámica a mano y a sus necesidades.

Como se ha enfatizado antes, todos los datos disponibles indican que, respecto al mundo del Bronce Naviforme II/III y el Talayótico, donde existen multitud de mecanismos que se utilizan para resaltar el sentimiento de pertenencia a la comunidad, en época Postalayótica el papel del individuo gana preponderancia en detrimento de las estrategias comunales (Lull *et al.* 1999: 64).

Este es un aspecto que, claramente, coincide con la producción de cerámica. Durante el Postalayótico las acciones y las iniciativas individuales que se salen de las conductas tecnológicas compartidas tienen un peso mayor. Éstas, por ejemplo, son especialmente tangibles en el caso de las urnas infantiles y el ajuar funerario.

Este aspecto se plasma claramente en registro cerámico analizado de *Son Ferrer* y el *Turó de les Abelles*. En el *Puig de Sa Morisca*, pese a presentar la producción cerámica del siglo IV BC cierta estabilidad y uniformidad en las materias usadas, este comportamiento se plasma también en la diversidad de fábricas ligadas a una misma producción. Por otro lado, la diversidad en las materias primas y las soluciones técnicas empleadas evidencia cierta independencia entre las distintas unidades productivas. Podemos señalar, que la homogeneidad cerámica, desarrollada anteriormente, consciente o inconscientemente, como estrategia para definir la identidad, evitar o enmascarar desigualdades sociales y promover la pertenencia a una cultura determinada, pudo haber perdido su sentido y, por tanto, ahora no es el aspecto prioritario para muchos productores y usuarios. Este hecho es especialmente patente a partir del siglo III BC, cuando, como se ha visto, el incremento de la variabilidad de los productos resulta claramente patente.

De este modo, la aparición de nuevas técnicas en determinadas tecnologías se ha asociado en algunas sociedades (Mannoni 2007), a un cambio también en la esfera de lo económico, ligado a la desarticulación de los sistemas de subsistencia y a las relaciones económicas que se venían utilizando. En este sentido, hay que reseñar, por ejemplo, la presencia de una cultura material cerámica novedosa, como las pesas de telar, que no se había constatado anteriormente y de las que se han podido analizar algunos ejemplares del *Turó de les Abelles*. Este nuevo artefacto evidencia cambios en las actividades productivas ligadas al textil. Se puede señalar que la aparición de estos objetos va ligada a nuevos gustos y conceptos, de al menos algunos individuos, en la indumentaria. Estrabón hace una referencia en el Siglo I BC señalando que fruto de los primeros contactos con los fenicios pudieron efectuarse cambios en la indumentaria de algunos pobladores de las Baleares, consistentes en la incorporación de túnicas o mantos teñidos de púrpura (Camps y Vallespir 1998: 106).

a) Cerámica a mano y cerámica a torno: relación contextual.

El registro analizado de este periodo se caracteriza, a nivel contextual, por la aparición de una nueva asociación de cerámicas que antes era prácticamente inexistente. Si bien en *Puig de Sa Morisca* se detecta la presencia de material anfórico desde *c.* 600-550 BC³⁵⁵, será a partir del siglo V BC cuando se empieza a documentar la entrada generalizada de cerámica a torno de importación que convivirá con la cerámica a mano indígena³⁵⁶ incluso pasado el cambio de era (Orfila 1986; Riera Rullán 2003; García Rosselló y Quintana 2003). Los cálculos realizados por Quintana y Guerrero (2004) para niveles del siglo IV BC de la Torre I del *Puig de Sa Morisca* indican la importancia de esta asociación, especialmente en lo que se refiere a materiales anfóricos.

En este sentido, la cerámica a torno importada supone al menos un 20% del total de la contabilizada en el yacimiento, predominando las cerámicas púnico-ebusitanas, ibéricas y massaliotas. Este tipo de asociaciones resulta también claramente visible en los trabajos realizados en el turriforme escalonado de *Son Ferrer* (Garcías y Gloaguen 2003) y el *Turó de les Abelles* (Camps y Vallespir 1998), donde los porcentajes de material a torno podrían ser todavía más altos.

Si bien el poblado de *Puig de Sa Morisca* todavía no ha sido excavado en su totalidad, los datos actualmente disponibles parecen apuntar que el asentamiento entra en decadencia a fines del s. IV BC y, aunque permanece habitado durante el s. II BC, los hallazgos correspondientes a estas fases tardías de su existencia son, por el momento, escasos. En cualquier caso, las ánforas PE-l6 son aún abundantes en el asentamiento (Guerrero 1998; Quintana 2000). Éstas últimas constituyen en las islas un tipo de gran difusión, siendo uno de los fósiles directores más claros del periodo en el que se encuadra la segunda Guerra Púnica (Guerrero 1989).

³⁵⁵ El *Puig de Sa Morisca* concentra el 76,47% de todas las importaciones cerámicas arcaicas de la isla, incluyendo las halladas en la factoría púnica de *Na Guardis* y su hinterland (Guerrero *et al.* 2002; Guerrero 2003).

³⁵⁶ Este fenómeno se produce también en yacimientos ibéricos como *La Moleta del Remei*, *Ullastret*, *Alorda Park*, *Motbarbat*, *Turó del Vent*, *Darró* o *Puig des Castellet*, *Torre de Foios*, donde se documenta en contextos datados entre los siglos V y II BC cerámica a mano junto cerámica a torno (Riera y Codina 1980; Vilar Vilá y Ramón Sariñena 1986; Gracia Olesa 1988: 187-214; Estany Morrós 1992; Gil Mascaró *et al.* 1996; Ferrer *et al.* 2008). También en yacimientos del III-I BC del área celtibérica (Burillo *et al.* 2008). En el poblado de *Son Fornés* las importaciones púnicas se constatan a partir del 450 BC (Palomar 2005).

Por ello, su abundancia relativa se ha interpretado como un signo de la mayor presión que los agentes externos púnicos ejercieron sobre las comunidades indígenas (Guerrero *et al.* 2002). En nuestra opinión, coincidiendo con otros autores (Dietler 1997), los rasgos de las cerámicas y sus patrones de deposición suponen la plasmación de la interacción y la reinterpretación que se produce entre ideas nuevas asociadas a nuevos materiales, procedentes básicamente del mundo fenicio-púnico, con otras típicas de época talayótica. Este tipo de ajuste entre la utilización más o menos proporcional de materiales importados y locales supone un equilibrio simbólico para muchas sociedades (Barley 1994: 73). De este modo, el intercambio y la comercialización de productos pueden favorecer el intercambio de ideas (García Rosselló 2008: 67). Este equilibrio pudo evitar una ruptura drástica con las tradiciones ancestrales más directas de la población, a la vez que permite la adopción de nuevas ideas y formas de organización sin que ello resulte excesivamente traumático para el sistema en su globalidad. En este sentido, estamos ante una fuerte interacción entre el mundo de las ideas y el mundo material.

En definitiva, existe un cambio en la asociación de los materiales por lo que la “cerámica a mano”, con todas sus connotaciones, no se conceptualizará igual que en contextos en los que éste es el único tipo de artefacto cerámico conocido. Esta interacción entre cerámica a mano y cerámica a torno nos parece especialmente crucial para interpretar los rasgos de nuestro registro cerámico. Especialmente si se considera que el área estudiada constituye una zona nuclear, y en una posición distinta a la de otras comunidades de la isla ubicadas en zonas más interiores, en la que los contactos con agentes externos fueron más intensos durante todo el periodo postalayótico. Este aspecto indica que, tal vez en esta zona, la transmisión y la reinterpretación de ideas nuevas pudo producirse de forma más intensa o rápida.

En conclusión, en lo que al contexto de uso y deposición se refiere, se observa una asociación contextual entre cerámicas a mano y a torno. Estos nuevos patrones de uso y deposición de las cerámicas pueden poseer una fuerte carga ideológica. Como señala Tsetlin (2003: 292), la puesta en circulación de cerámicas de importación entre los usuarios de cerámicas indígenas pudo favorecer la desarticulación tecnológica que observamos en la cerámica local: *“The failure of users cultural homogeneity is caused by using of imported pottery and by making of imitation-shapes when local potters used both local and foreign traditions.”*

Se puede asumir que esta desestructuración pudo favorecer la variabilidad que se observa en el registro a nivel de pastas, tipos y estrategias de modelado (García Rosselló 2010), rasgos que parecen relacionarnos con la ausencia de especialistas.

Como puede observarse, este cambio en la cultura material puede revelar también una alteración en las fórmulas que siguen las comunidades para organizarse. De modo que este proceso de contacto, aumento de la jerarquización y desestructuración de estrategias sociales, puede materializarse en una reestructuración tecnológica³⁵⁷ de las técnicas empleadas y del producto final fabricado en la producción cerámica. Ello favorece que los objetos tengan unas cualidades diferentes respecto a los productos documentados en periodos anteriores, con un empeoramiento de la calidad de las cerámicas en términos de resistencia a la abrasión y al shock térmico, y con una menor durabilidad potencial del artefacto fabricado.

b) Cerámicas, productos y tradiciones culinarias.

Ciertos cambios en el registro cerámico pueden ir asociados a cambios en la dieta. Sin embargo, los datos disponibles evidencian que muchos aspectos de la dieta básica de las comunidades postalayóticas no varió respecto a fases anteriores. Coincidimos con lo observado por Dietler (1997: 299) para otras zonas del Mediterráneo, “*During the first couple of centuries of the encounter, the indigenous peoples... appear to have displayed little interest in adopting goods or practices of the colonial societies aside from the avid consumption of wine and drinking ceramics*”. En este sentido, los primeros contactos establecidos entre individuos de origen semita y las comunidades de *Puig de Sa Morisca* probablemente no supusieron una ruptura drástica de las tradiciones locales que se estaban desarrollando en la zona.

³⁵⁷ Este proceso de retroceso tecnológico se constata en el seno de producciones cerámicas indígenas que mantienen contactos asimétricos con agentes externos. Se detecta, por ejemplo, en vasijas de la zona de Tabasco (Méjico), donde las cerámicas prehispánicas están mejor elaboradas (Gallegos y Armijo 2008).

Se puede hablar, por tanto, también de dinámicas de aceptación y resistencia en el ámbito alimentario. Por ejemplo, mientras el vino resultó un producto presumiblemente consumido por individuos indígenas, no tenemos ningún indicio del consumo de aceite³⁵⁸, lo que sin lugar a dudas debe relacionarse con determinadas tradiciones culinarias que no acaban de arraigar en la cultura postalayótica.

A la permanencia de determinadas prácticas culinarias nos remite también la práctica ausencia de algunas importaciones en contextos indígenas, como la cerámica de cocina y los morteros³⁵⁹, estrechamente ligadas a la preparación de alimentos, que en otras zonas de la península, como el Levante o Cataluña (Guerrero *et al.* 2002), así como en el área Mediterránea de Francia (Dietler 1997), tienen una gran aceptación. Las costumbres culinarias parecen mantenerse invariables ya que la cerámica de cocina sigue siendo básicamente a mano hasta el cambio de era, cuando se introducen elementos cerámicos de cocina fabricados a torno (Orfila 1986; Riera Rullán 2003).

De todos modos, resulta interesante plantear que los cambios profundos documentados en la producción de cerámica local en su conjunto podrían ir acompañados también de cambios socioeconómicos y, tal vez, alimentarios. Además del consumo de vino, se observan algunos cambios en la dieta. Como se ha señalado en capítulos anteriores, los estudios antropológicos realizados apuntan hacia una dieta, desde finales de la Edad del Bronce e inicios del mundo talayótico, a partir de variados recursos vegetales y la ingesta importante de carne y derivados lácteos.

Sin embargo, los análisis de los restos humanos de *Son Real* y *S'Illet des Porros* evidencian una gran importancia de los cereales en la dieta de algunos individuos hacia el 500 BC, coincidiendo con el incremento de la *cerealia* doméstica en los análisis polínicos (Guerrero *et al.* 2006: 121) y con las primeras evidencias de explotaciones relativamente intensivas de los cereales (Palomar 2005). En este periodo, parece ser que se produce, como indican los análisis de isótopos realizados, una ligera variación en la dieta frente a la continuidad observada entre al Bronce Naviforme y época Talayótica (Strydonck *et al.* 2005).

³⁵⁸ Mientras que en las ciudades romanas de Mallorca, las ánforas olearias Dressel 20 están muy presentes, éstas apenas se documentan en poblados postalayóticos cercanos, lo que resulta indicativo de una escasa demanda de aceite. Sin embargo, algunos autores sostienen que algunas estructuras de las islas podrían ir ligadas a la producción de aceite en época prerromana (Marimón Ribas 2004).

³⁵⁹ Si bien se documenta un mortero ebusitano en la última fase de uso de la Torre I de *Puig de Sa Morisca* durante la segunda mitad del siglo IV BC (Guerrero *et al.* 2002).

Este aspecto, relacionado con el universo cerámico en múltiples aspectos, podría haber colaborado en desestructurar la producción cerámica a la vez que nuevos alimentos, formas de preparación y estrategias de almacenaje podrían haber provocado cambios en los rasgos de las cerámicas, en aspectos como en su tamaño o su morfología.

En lo que se refiere al consumo de vino y la parafernalia o la fenomenología con la que se asocia este producto, se observa cómo ésta está sujeta a reinterpretaciones en el contexto local. Resulta interesante resaltar aquí la relación contextual, señalada por Guerrero (2003), que se produce entre diversas cerámicas halladas en época talayótica en el Talayot 2 de *Son Fornés* (Montuïri), en el que se documentó la existencia de una gran vasija vinculada a otras tazas más pequeñas. Todo indica, que en ese lugar se bebió algún tipo de bebida fermentada de forma individual desde un gran contenedor colectivo en una ceremonia destinada a un grupo reducido de personas (Gasull *et al.* 1984).

En épocas posteriores, durante el postalayótico, se documenta en el talayot cuadrado de *Hospitalet Vell* en Manacor (Rosselló 1986) un registro material similar, pero en este caso aparece, asociado al consumo de vino. La entrada generalizada de vino en las islas, bien constatada por las fuentes literarias y por el registro arqueológico en este periodo, supone un bien de prestigio que se habría empezado a introducir en la isla desde el siglo VII-VI BC. En este contexto, se observa el reemplazo de la gran vasija a mano observada en *Son Fornés* por una serie de ánforas vinarias pero, sin embargo, se sigue manteniendo el uso de vasos a mano para el consumo individual del líquido.

En este caso, se observa la fusión de un antiguo ritual talayótico en el que se mantiene el contexto así como parte de los objetos que de él participan, pero también se presentan nuevos elementos y productos, más propios de culturas clásicas, que habrían sido reinterpretados en un entorno local. Por ejemplo, en estas culturas, el consumo de vino ritual difiere de la observada en el Postalayótico en el hecho de la utilización de vasos colectivos para el consumo en lugar de vasos individuales (Guerrero 1994, 1999: 90-98 y 2003; Guerrero *et al.* 2006: 160-163).

En este sentido, la adopción de ciertas tipologías nuevas en la producción indígena, inspiradas en determinados modelos de cerámica clásica, así como la presencia de materiales de importación en contextos locales podrían ir asociadas a la introducción de nuevos productos. Entre los más importantes debe contemplarse el vino, ya que va ligado a contextos rituales y vinculados, desde un primer momento, a las necesidades de las élites locales (Plantalamor y Rita 1984 y 1986; Marimón Ribas 2004).

La introducción de nuevos productos podría haber alterado ciertos hábitos de consumo indígenas. La existencia de estos materiales importados, en combinación con la posible presencia de individuos de otras culturas, como la púnica, cuya existencia aunque sea mínima se constata en la presencia de colonias púnicas como *Na Guardis* o a través de cerámicas con grafitos como la hallada en *Puig de Sa Morisca* (Ruiz Cabrero 2002), habría posibilitado la transmisión de ciertos significados, costumbres y conductas propias de otras sociedades. Ello favorece una asimilación de ideas, parcial y matizada, por parte de, al menos, algunos segmentos de la sociedad postalayótica. Mientras, parte de la población indígena podría haber desarrollado fenómenos de resistencia con el objetivo de tratar de minimizar los cambios sociales que se estaban produciendo.

De este modo, las comunidades locales habrían reinterpretado algunas costumbres del mundo clásico en función de sus propios procesos históricos internos y tradiciones, sin producirse una simple incorporación de hábitos externos. Como señala Osborne (2007: 88) “...*there are indications that in Andalusia the use of Greek vases for ritual purposes was a reflection of their prestige status, not the acquisition of Greek habits*”. Es decir, la presencia de cerámica de importación en contextos indígenas no implica necesariamente cambios lineales en los patrones de uso y en las prácticas desarrolladas, ya que éstas pueden amoldarse también a unos esquemas preexistentes (Dietler 1997).

Por otro lado, hay razones para creer que la incorporación de estas cerámicas a torno en determinados contextos rituales debe relacionarse también con una estrategia encaminada a definir y hacer visible una determinada posición social. El uso de estas cerámicas tiene que ver más con un carácter simbólico que funcional, puesto que esta función de contenedor de productos habría podido ser desempeñada, como sucedía en periodos anteriores, por cualquier tipo de cerámica producida en el ámbito local (Dietler 1997; Courty 2003).

Este aspecto sugiere que se produjo una traslación de ciertas categorías y significados que eran inherentes en la cerámica local hacia los nuevos tipos cerámicos a torno. Viendo los cambios sociales que pueden ir asociados a la adopción de ciertos materiales de importación, resulta paradójico observar cómo se documenta etnológicamente que, muchas veces, son los mismos alfareros que, en detrimento de su propia producción, canalizan este tipo de cerámica hacia los usuarios que ellos mismos están abasteciendo (Barley 1994: 64).

c) Cerámica y tipología.

Claramente interrelacionado con los aspectos que se han ido viendo, tenemos que incidir en un cambio formal en las cerámicas a nivel tipológico que se correlaciona con un cambio en las pastas y con el aumento de la variabilidad en la producción. Coincidiendo con los estudios de B. Palomar (2005: 66, 76) para *Son Fornés*, hay que señalar que, una de las características del registro cerámico del postalayótico analizado, y que contrasta con lo observado en el Bronce Final y época Talayótica, es el aumento del repertorio de formas cerámicas. Los tipos fabricados en este periodo suponen una ruptura de las pautas seguidas en época Talayótica.

Destaca además, la paulatina desaparición de las grandes vasijas de almacenamiento realizadas a mano (*pithoi*), y su progresiva sustitución, desde finales del siglo IV BC, por urnas cerámicas de más fácil elaboración y ánforas importadas. Esta diversidad formal en los productos dificulta el establecimiento de clasificaciones tipológicas, incluso si éstas se realizan mediante métodos estadísticos. Los cambios en el registro cerámico a mano son claros y no se reducen a las pastas y las técnicas. El aumento de variabilidad afecta también, cualitativa y cuantitativamente, a las tipologías realizadas. Por un lado, en el área de *Santa Ponça*, a partir del siglo V BC se generan nuevos tipos, como las urnas, que ganarán importancia y serán fabricadas, con algunas variaciones, durante todo el periodo. Al igual que sucede en *Son Fornés*, en este momento aumenta exponencialmente la cantidad de tipos, muchos de ellos específicos del área de *Santa Ponça*, especialmente, como ya sucedía con las pastas, aquellos procedentes del *Turó de Ses Abelles*.

Por otro lado, al igual que sucede en otras comunidades indígenas del Mediterráneo (Riera Codina 1980; Almagro-Gorbea y Fontes 1997; Dietler 1997; Osborne 2007) y parejo a este proceso, se asiste a la progresiva incorporación en Mallorca, desde el siglo IV, y especialmente desde el siglo II BC, de algunos tipos a mano asociados a cerámicas con rasgos de inspiración foránea. Éstas son piezas que presentan cierta similitud formal con piezas ebusitanas y romanas, siendo observables tanto en contextos habitacionales como rituales. Si bien, a nuestro entender, no se puede hablar de copias o imitaciones, sino que más bien se trata de inspiraciones de tipos ebusitanos, y romanos en menor medida, en los algunos elementos que son readaptados en el ámbito local.

Este aspecto permite plantear que las comunidades que produjeron estos materiales asimilaron y reinterpretaron algunas ideas o ciertos gustos estéticos procedentes de las culturas clásicas aunque, ello no implica necesariamente una misma funcionalidad o conceptualización de las vasijas. Este tipo de cerámicas, si bien no son muy abundantes, se generalizan por toda la isla, constatándose en la bibliografía tanto en Mallorca: *Son Marí, Son Maimó, Son Julià, Cas Santamerier, Son Fornés, Cova Monja, Els Antigors, Sa Carrotja Pou Celat, Son Vaquer d'en Ribera, Turó de les Abelles, Son Vaquer d'en Ribera, Pou Celat, Sa Carrotja, Puig d'en Canals*, etc. como en Menorca: *Trepucó, So Na Caçana, Biniparraitx*, etc.

Básicamente, las formas en las que se inspiran son diversas y asociadas, principalmente, a piezas de origen púnico o helenístico: olpes, cubiletes, páteras, “vasos biberón”, lucernas o candiles, jarras con pico, urnas, boles, *askós*, jarras, jarritas, etc. (Rosselló Bordoy y Plantalamor 1975; Guerrero 1983, 1984 y 1985: 90, Fig. 55-57; Plantalamor y Rita 1984; Pons Homar 1991; Coll 1997b; Palomar 2005: 66, 290).

En este tipo de cerámicas se considera que, más allá de la función, la cerámica refleja claramente la reinterpretación de nuevas ideas, conceptos e incluso formas de percibir los materiales ya que su producción se basa más en la adopción de cánones visuales (*Visual performance value*) y valores estéticos que técnicos. En este tipo de cerámicas resulta evidente la importancia de la visualización del objeto final, de su impacto visual. Éste es un factor que el alfarero pudo tener muy en cuenta y una variable que puede ser valorada, tanto por el productor como por el usuario, especialmente cuando la cerámica se usa en determinados contextos (Schiffer y Skibo 1987; Schiffer 1999 en Mills 1999; Osborne 2007).

No es nuestra intención aquí hacer un estudio detallado de estos tipos cerámicos sino resaltar la idea de contacto cultural, transmisión de conocimiento y su plasmación en el registro material cerámico. Éstas, son piezas que, al menos tipológicamente, comportan esquemas de fabricación, y tal vez de uso, diferentes a los utilizados tradicionalmente. En este sentido, la presencia de este tipo de cerámicas refleja la introducción de nuevas categorías de información y de significados en el seno de las comunidades indígenas que son expresados a través de la cultura material cerámica.

A pesar de su mayor dificultad de elaboración y coste de producción, estas piezas se habrían generado como respuesta a la aparición de nuevas necesidades entre los usuarios, según Plantalamor y Rita (1986) “...demuestran...el uso y la adaptación de los indígenas a nuevos hábitos, que les inducen a la fabricación con su propia técnica tradicional (modelado a mano...uso de desgrasante, bruñidos,..., cocción sin uso de horno) de formas distintas que eran de uso normal en otros lugares del Mediterráneo”. En el registro de los yacimientos postalayóticos analizados en este trabajo, las formas inspiradas en modelos foráneos parecen no ser anteriores al siglo II BC y están presentes tanto en el turriforme de *Son Ferrer* como en el *Turó de les Abelles*.

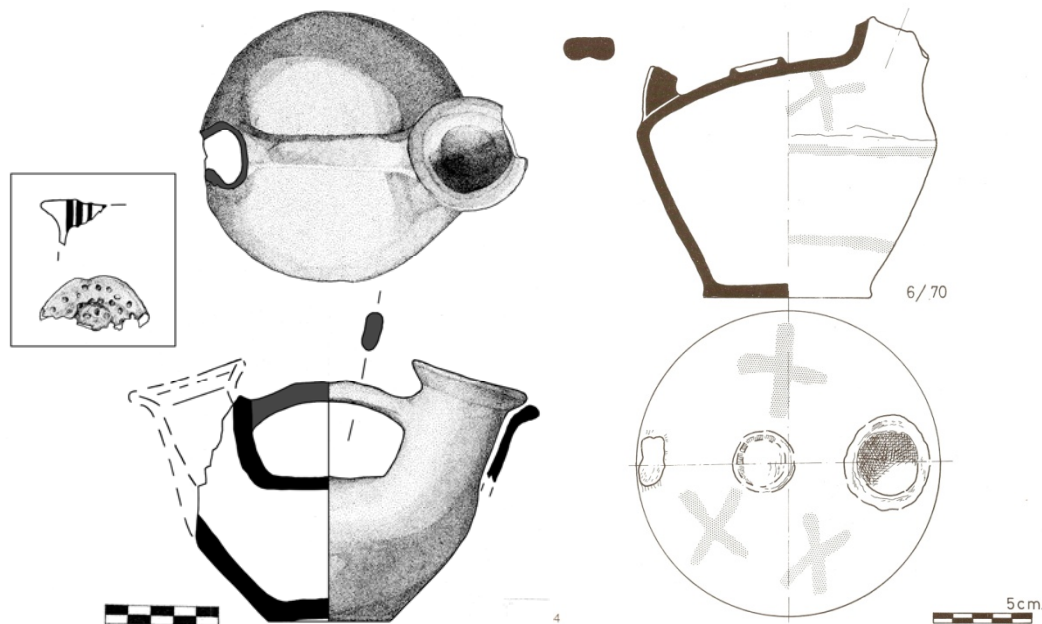


Figura 434. Askós de factura a mano localizados en A) turriforme escalonado de *Son Ferrer* (TSF-1081) y B) *Turó de les Abelles* (TSB-6/70) (Camps y Vallespir 1998).

d) Fenómenos de resistencia.

En los fenómenos que se están abordando a través de los rasgos de las cerámicas se hacen patentes algunas estrategias de aceptación, como la presencia de cerámica de importación, la producción de vasijas con elementos de cierta inspiración foránea o el consumo del vino. Mientras, se observa simultáneamente procesos de resistencia en el seno de las comunidades alfareras indígenas que se plasman en la ausencia de la técnica del torneado. Uno de los aspectos que más llama la atención es que, a diferencia del mundo Ibérico y del sur de Francia, donde el torno es adoptado rápidamente por las comunidades indígenas del Bronce Final y la I Edad del Hierro, las comunidades que habitaron la isla no adoptaron el torno en su producción cerámica (Guerrero 1984 y 1994; Dietler 1997; Guerrero *et al.* 2002; García Rosselló y Quintana 2003). Incluso, se documenta la realización de cerámica a mano en el siglo I DC (Plantalamor y Rita 1986). La no adopción de esta técnica puede significar un hecho que permita afinar la visión del tipo de organización de la sociedad postalayótica, ya que el contexto social, la demanda que realizan los usuarios y la organización de la producción determinan las dinámicas que generan la aceptación o el rechazo de determinadas técnicas de fabricación (Balfet 1984; Courty y Roux 1999; Roux 2003).

Por un lado, consideramos que, potencialmente, el uso de la técnica del torno, normalmente vinculada con talleres y unidades productivas especializadas, proporciona un mayor número de piezas en un menor tiempo, permitiendo intensificar la producción (Arnold 1985: 202). Este aspecto se da incluso en pequeñas unidades de producción compuestas por uno o pocos individuos, como se documenta etnográficamente en Chile o Ecuador (Sjöman 1992). Se puede señalar, por tanto, que las comunidades del postalayótico podrían no haber experimentado un deseo de intensificar su producción, si ello se produce en la cerámica a mano es consecuencia de las soluciones tecnológicas utilizadas y de la consecuente corta vida de uso del producto final obtenido. Además, la intensificación de la producción puede ser también una consecuencia de una falta de especialización, aspectos que se plasma en los rasgos de los artefactos documentados, y de un consumo básicamente doméstico de los productos fabricados.

Por otro lado, el torno supone una opción tecnológica que implica grandes cambios en la cadena operativa³⁶⁰ de producción, pudiendo exigir una desestructuración total de las soluciones que se venían empleando. Estos cambios, pueden ser incompatibles con otros rasgos y procedimientos básicos presentes en las tradiciones tecnológicas del grupo: con los gestos técnicos, los hábitos motores, las pastas, las formas fabricadas, la relación con el entorno, la organización social y sexual³⁶¹ de la producción, los sistemas de transmisión de conocimientos, los patrones de consumo de la cerámica, etc. En definitiva, la adopción de una técnica puede tener importantes repercusiones culturales (Arnold 1999; Courty y Roux 1999; Roux 2003; García Rosselló 2008: 69).

27.5.5. Organización de la producción en época Postalayótica.

Como han señalado algunos autores (Aramburu 1998: 13; Guerrero 1999: 85; Lull *et al.* 2001), los cambios en el Postalayótico I, especialmente visibles en el Postlayótico II, son estructurales en cuanto a la organización social de los grupos. Ello tiene también un claro reflejo en la producción cerámica en su conjunto, incluyendo, como se ha visto, sus sistemas organizativos relacionados con los procesos de producción, uso, mantenimiento y deposición. En lo que a la producción cerámica se refiere, se observa una diversificación de las producciones realizadas y de las materias primas utilizadas. Se utilizan un mayor número de arcillas, como las silíceas, calcáreas, ferruginosas, que son diferentes y poseen distintas cualidades. Los desgrasantes también evidencian el mismo proceso, junto con la continuidad de uso de la calcita cristalina, se incorporan ahora materias vegetales de distintos tipos, chamota, arenas, calcarenitas y otras rocas. Se puede señalar, que la explotación de los recursos bióticos y abióticos disponibles en el entorno se intensifica y se explota el territorio en todas sus posibilidades.

³⁶⁰ Por ejemplo, el uso del modelado con torno se asocia a pastas finas que, como se ha comprobado, poseen gran capacidad de hidratación y, por tanto, requieren de cocciones con una ascensión de temperatura lenta y controlada (Sillar y Tite 2000).

³⁶¹ Etnográficamente se documenta como el cambio de producciones a mano a otras a torno puede comportar un cambio en la organización sexual de la producción que pasa de estar centrada en las mujeres a hacerlo en los hombres (García Rosselló 2008: 69).

En lo que respecta al producto final obtenido, se debe señalar que, a diferencia de lo observado en el Bronce Final y el Talayótico, las pastas están, por regla general, muy mal mezcladas y poco homogeneizadas. Además de una mala preparación, no existen patrones claros o recetas bien estipuladas que regulen la fabricación de las pastas. De todos modos, existen ciertas tendencias generales, más o menos establecidas, especialmente en el Postalayótico I y en contextos de hábitat como el *Puig de Sa Morisca*, que consisten en la adición combinada de materia orgánica y calcita cristalina. La continuación de este último elemento dentro de la producción, remite a una desestructuración progresiva y no drástica de las tradiciones tecnológicas ancestrales y de las dinámicas sociales previas durante la primera fase del postalayótico. Se mantienen, al menos en determinados contextos de uso, algunos de los esquemas que habían estado vigentes en periodos anteriores.

Por otro lado, como se planteará posteriormente, podrían producirse ciertas variaciones en las recetas utilizadas dependiendo de la función que va tener el objeto, el tamaño de las formas a fabricar y de su contexto de uso y deposición. Al igual que sucede con el alto grado de variabilidad de las pastas, se observa una alta diversidad tipológica, en parte potenciada por la incorporación de cerámica inspirada en modelos foráneos, dentro del abanico de formas producidas.

Se observa un progresivo abandono de las grandes vasijas de almacenamiento, si bien éstas se siguen documentando marginalmente en yacimientos como *Son Fornés*, el *Turó de les Abelles*, *Puig de Sa Morisca* y el turriforme de *Son Ferrer*. Por otro lado, la elaboración de cerámica por parte de individuos con un perfil poco desarrollado (García Rosselló 2010) y prescindiendo de torno provoca que, prácticamente, no haya dos tipos cerámicos iguales, ya que las manos y la forma de hacer de cada alfarero determinan la forma final de la pieza, aunque exista una forma de inspiración común entre un grupo de artesanos (Miller 1985). De este modo, el modelado a mano puede condicionar variaciones en las dimensiones de los bordes, los labios, los elementos de prensión, las bases, etc.

Las cocciones son de muy corta duración y con temperaturas muy bajas en estructuras abiertas lo que proporciona unos resultados muy diferentes dentro de una y diferentes hornadas. Esta variabilidad en los materiales utilizados y el escaso control y regularización de los procesos productivos utilizados, como en la cocción, se traduce en una pérdida de la homogeneidad y en una alta cantidad de fábricas constatadas con diferentes cualidades. En general, destaca un incremento de la porosidad de las pastas, con el consecuente incremento de la fragilidad de las piezas que propicia una corta vida de uso de las mismas.

Considerando, por tanto, los rasgos de la producción, caracterizada, a diferencia de lo observado en periodos anteriores, por un aumento en su grado de variabilidad en todas sus variantes, se pueden plantear diversos mecanismos que habrían favorecido una desestructuración de la producción y tal vez de los significados y el modo en qué se conceptualizaban tanto las cerámicas como los procesos productivos. A continuación, pasamos a valorar distintas hipótesis, no excluyentes entre sí, que podrían explicar los caracteres que observamos en las vasijas:

a) Valor social de la cerámica.

La fabricación más rápida y con una menor inversión de esfuerzo en las piezas contribuye a disminuir la durabilidad de la cerámica y a aumentar las diferencias en las características del producto final, rasgos que minimizan el valor social potencial de los productos (Jones 2004). En este sentido, P. Rice (1987: 456) señala que, en procesos de contacto cultural, uno de los motivos que fuerzan el cambio es la diferenciación entre el concepto de valor en las sociedades tradicionales y las dominantes.

Los agentes externos y los pueblos autóctonos conceden diferentes valores y diferente prestigio a los objetos que intercambian (Krueger 2008). En este contexto, puede producirse una devaluación del valor social de las cerámicas locales frente a los productos foráneos. En estas situaciones, las primeras pueden verse restringidas a un uso utilitario, minimizándose así su carga simbólica y devaluándose también su calidad técnica. Esta devaluación se debe también a que las piezas a mano producidas en contextos domésticos no se han de poner en circulación y existe una escasa competencia entre los alfareros que colabore en mejorar el producto.

En este sentido, las cerámicas utilitarias no representan ninguna amenaza para el grupo dominante que, por tanto, no favorece la supresión o sustitución de las producciones locales. Procesos de este tipo pueden explicar además, por qué, a menudo, no se adopta el uso del torno y se mantienen producciones a mano en contextos de contacto cultural e incluso coloniales.

Según H. Neff (2009), al margen del valor del producto, el transporte de las propias vasijas aumenta el coste de las piezas, por lo que la presencia de materiales importados puede relacionarse con estrategias de jerarquización social. Como se ha visto, con los recursos disponibles en la zona de *Santa Ponça* se podían fabricar a nivel local piezas útiles para cualquier tipo de actividad o necesidad biológica. Sin embargo, las cerámicas a torno presentan unas características tecnológicas y unos significados socioculturales completamente diferentes a los que tiene la cerámica local y, por tanto, pudieron ser muy deseadas y preferibles en el entorno indígena. Una prueba de ello es la preferencia por reutilizar grandes contenedores anfóricos en yacimientos como el *Turó de les Abelles*, en los que, además, se observan lañados en las ánforas que evidencian un deseo por aumentar la esperanza de vida de uso de este tipo de vasijas (Camps y Vallespir 1998).

En todo este proceso, la cerámica a torno podría haber devaluado, al menos en algunas esferas de la sociedad, a las cerámicas locales, lo que habría podido repercutir también en algunos de sus rasgos técnicos, como el grado de homogeneidad de las pastas. De este modo, el surgimiento de un sistema, en el que la cerámica a torno de importación entra en competencia con formas tradicionales de producción indígenas, pudo favorecer una reestructuración de la producción a mano de cara a ajustarse a una nueva situación en la que los recursos materiales y humanos tradicionales han perdido, en cierto modo, su razón de ser (Pfaffenberger 1992).

b) Contextos de aprendizaje y transmisión de conocimientos.

Como señalan A. Vidal y J. García (2009) “*El sistema de aprendizaje está fuertemente condicionado por la estrategia de producción que adopta una unidad productiva*”. De este modo, cuando el contexto de aprendizaje y la transmisión de conocimientos se altera se generan nuevas recetas y secuencias operativas que incrementan la variabilidad del registro (Schiffer y Skibo 1987).

Tenemos que considerar, por tanto, en relación a los cambios en la producción cerámica indígena, otros fenómenos relacionados con los sistemas por los que se transmite la información y el conocimiento.

Por un lado, podría existir un menor grado de interacción entre los alfareros donde los flujos de comunicación se reducen enormemente entre las diferentes unidades productivas a través de procesos de aprendizaje aislados. Este aspecto evidencia cambios en los sistemas de transmisión de conocimientos y los contextos de aprendizaje que, tal vez, pasarían de un contexto colectivo o público, en el Bronce Final y época Talayótica, a otro con un mayor carácter privativo e individualista, donde los conocimientos compartidos por las unidades productivas del grupo se reducen y aumentan las elecciones individuales, suponiendo ello la fragmentación de un sistema de aprendizaje que antes era común a todo el grupo. Este aspecto puede vincularse con lo observado por Salvà y Hernández (2009) que señalan cómo a partir del postalayótico muchas de las actividades que antes se realizaban en el ámbito público o colectivo ahora pasan a desarrollarse preferentemente en un contexto doméstico.

Ya desde el periodo de transición a época postalayótica se asiste a un cambio en la configuración de los espacios domésticos en yacimientos como *Ses Païses*, Habitación 10 y Edificio 25 (Lull *et al.* 2008), *S'Illot* (Krause 1978), *Son Ferragut* (Castro *et al.* 2003) y *Son Fornés* (Palomar 2005; Amengual 2006; Lull *et al.* 2008). Se trata de casas con patio parcialmente cubiertos a partir de pilastras (Castro *et al.* 1997), que parecen evidenciar que algunas actividades productivas y de tipo social ideológico del grupo doméstico se trasladan de un ámbito más público a otro con un carácter más privado, hacia el interior de las casas (Salvá y Hernández 2009).

En plena fase Postalayótica se observa la presencia de estructuras domésticas que conservan algunos rasgos de las casas comentadas anteriormente pero que presentan una reducción de su espacio útil, vinculado, probablemente, con una reducción del número de personas. Todo apunta al desarrollo de actividades en el seno del ámbito doméstico, más privado y menos visible al exterior (Salvá y Hernández 2009), y necesariamente a una escala diferente a la observada en las estrategias colectivas comentadas para otros periodos. Resulta interesante señalar que en *Son Fornés* se pudo identificar una reducción del espacio doméstico (30 m²) con un mayor índice de segmentación interna de las estructuras domésticas del postalayótico unido a un aumento del número de las mismas.

Este rasgo podría relacionarse bien con el sesgo que observamos en el intercambio de la información. Según B. Palomar, cada unidad doméstica habría pasado a ser una unidad de autoabastecimiento, posiblemente muchas de las actividades, como la producción de cerámica, que antes, en época talayótica, se hacían colectivamente en espacios supra-domésticos y comunitarios se hacen ahora en las nuevas estructuras habitacionales (Palomar 2005: 69, 101), minimizándose las estrategias de producción comunal que cohesionaban a las sociedades del Talayótico.

En este sentido, Arnold (1985: 221) ha señalado que un detrimento en la calidad de las cerámicas puede conllevar una mayor facilidad para transmitir los conocimientos necesarios para desarrollar la producción, siendo necesario destinar menos tiempo y esfuerzo en el periodo de aprendizaje. Este aspecto habría posibilitado un incremento del número de productores que realizan una producción cerámica doméstica básicamente autosuficiente y, por ende, un modo de organización de la producción descentralizado. De este modo, un incremento de la variabilidad puede indicarnos la ausencia de agentes que controlan o inciden en la producción de los individuos, y remitirnos a una producción más descentralizada, que no está sujeta a ningún tipo de control político o social.

Etnográficamente O. Gosselain (2008: 72), ha documentado en el oeste de Níger como un aumento de la variabilidad en la producción puede indicar que “...*only few people associate processing practices with specific social groupings...if there exist several pottery ‘reference centres’ in the area, their sphere of influence remains much smaller than in areas where tempering recipes achieved a certain degree of homogeneity. Other factors are clearly at work here*”.

En este sentido, la variabilidad del registro de esta fase es patente si se observa, por ejemplo, la presencia de diferentes fábricas (F-1, F-3, F-4, F-7, F-8, F-15) asociadas a la misma Producción SM-A1. Si bien la F-3 es mayoritaria (45.8%), seguida de F-1 (25%), mientras las otras cuatro no suponen apenas el 30% de los artefactos realizados en esta fase. Esta situación evidencia una fragmentación social de unidades productivas que realizan las piezas con una materia prima que tiene un mismo origen, que supone uno de los pocos nexos que constatamos entre los distintos productores. Se constata una segregación de las capacidades productivas.

Etnográficamente, se constata también como sociedades de alfareros, que utilizan arcillas de cualidades muy parecidas, emplean distintas estrategias a la hora de desgrasarlas y prepararlas que están estrechamente ligadas a fenómenos sociales (Gosselain 2008).

e) Desestructuración social.

Estrechamente ligado con el aumento de la jerarquización de la sociedad postalayótica, del valor social de los artefactos y de los contextos de aprendizaje, podemos hablar de una desestructuración social. Como han señalado algunos autores (Guerrero *et al.* 2006: 240), “*El impacto (de los contactos) deberíamos medirlo en términos de desestructuración de las formas sociales indígenas previas y no de transferencia tecnológica o riqueza*”. Si nos atenemos a todo lo comentado, podemos suponer que, en esta época, se desestructura, sin lugar a dudas, la producción de cerámica a mano y sus formas de organización. Ello especialmente tangible a partir del siglo III BC, cuando algunas soluciones tecnológicas ancestrales entran en franca decadencia y aumenta notablemente la variabilidad del registro. Este proceso va acompañado de una desaparición, que se evidencia relativamente paulatina, de los sistemas organizativos de tipo comunal que habían imperado desde el Bronce Final y que habrían propiciado una materialidad muy homogénea, con claros tintes sociales e identitarios.

Esta desestructuración pudo verse acrecentada por los contactos externos, que dotaron de ciertas posibilidades a determinados individuos, favoreciendo el desarrollo de la jerarquización social en el seno de las comunidades postalayóticas. Estos contactos suponen la aparición de nuevos intercambios de información y de materiales que, como se ha visto, tradicionalmente, se han planteado en términos de desigualdad y organizadas de forma asimétrica entre las comunidades postalayóticas con individuos, principalmente, de Ibiza (Guerrero 1995; 1999: 111; Guerrero *et al.* 2002).

También en este sentido, debemos considerar a los indígenas baleáricos que retornan de sus actividades bélicas por el mediterráneo, probablemente, portando otros individuos foráneos con ellos. La presencia de estos nuevos actores en escena habría favorecido cambios en la organización de la sociedad implicando ello cambios en los procesos de fabricación, uso y deposición de la cerámica local aportando nuevas necesidades, productos, costumbres, hábitos alimenticios, valores, gustos y pretensiones. En definitiva, hay más información circulando entre la sociedad con significados menos generalizados y consensuados lo que, unido a un mayor aislamiento de las distintas unidades productivas, provoca una descohesión de las soluciones realizadas por los alfareros.

El hecho de dejar de observar una determinada tradición en el registro cerámico puede significar que los alfareros ya no ven lícita su utilización por que se han perdido los significados y nexos comunes que se compartían con otros receptores y, por lo tanto, han abandonado su realización. En definitiva, la continuidad o el abandono de una tradición tecnológica indican si se ha producido un cambio en los esquemas de racionalidad de las personas que conforman el grupo en su conjunto (Mainman 1982). Un ejemplo de este proceso podría ser la paulatina decadencia de las pastas desgrasadas con calcita, lo que implica un cambio en el tipo de producto final obtenido, que es visible especialmente en la textura de las piezas. Muchas de las vasijas presentarán ahora pastas de textura fina del tipo GT-C, frente a las texturas de periodos anteriores donde predominan los grupos texturales GT-A y B. Por otro lado, la porosidad de las piezas se incrementa sustancialmente, especialmente en el Postalayótico II, derivada de la adición de una mayor cantidad de materia vegetal en muchas de las piezas analizadas.

Resulta plausible pensar que, tal vez, la entrada en la isla de grandes cantidades de contenedores de almacenaje a torno, derivado del auge de los contactos con el mundo púnico, como las ánforas, que posteriormente serían reutilizadas, habría podido provocar la paulatina desaparición de un grupo de alfareros relativamente especializados. La función principal de estos alfareros habría consistido en fabricar las piezas más complejas, así como centralizar y controlar ciertos aspectos, como la cocción, de la producción cerámica del resto de productores del grupo. Como ya se comentó, esta estrategia habría acabado favoreciendo el éxito de la producción en su totalidad y una mayor homogeneidad del registro.

Los rasgos de la cerámica apuntan hacia la desaparición de estos alfareros con un perfil especializado que organizaban la producción comunitaria, ello generará una gran desestructuración de la producción y las estrategias sociales, a la vez que un cambio en los contextos de aprendizaje y una mayor fragmentación de las unidades productivas que deriva en perfiles poco especializados y producciones poco cohesionadas entre sí.

En su lugar, podría haber surgido un nuevo tipo de alfarero, tal vez con un perfil relativamente experimentado, que habría canalizado las nuevas ideas que surgen como consecuencia de los contactos externos hacia la cerámica y se habrían dedicado a fabricar cerámica con elementos inspirados en cerámica a torno aunque utilizando técnicas y materiales locales. La fabricación de estas piezas exige que los alfareros locales se adapten a algunos esquemas nuevos de fabricación, sobre todo en lo que se refiere al modelado, a las tipologías y, en ocasiones, a las decoraciones. En este sentido, el cambio tecnológico en la cerámica a mano, que parece ser consecuencia directa de los contactos y las estrategias de emulación social, se concentra claramente en lo visual, resultando claramente perceptible por el resto de individuos. En este sentido, al menos algunos de los alfareros locales habrían colaborado intencionalmente en la canalización y reinterpretación de ciertas ideas, hábitos y costumbres externos favoreciendo el desarrollo de las dinámicas sociales comentadas.

En conclusión, la desestructuración social de la producción se plasma claramente en la pérdida generalizada de la calidad y en la variabilidad de la cerámica de este periodo. Como muchos autores han podido constatar, incluso macroscópicamente, se produce una “...*pèrdua de qualitat tècnica que afecta a tot el procés de fabricació, pasta, acabat i cocció. ... una producció d’una variada gamma de formes d’escassa tradició i amb un alt component de particularismes de cada productor*” (Pons Homar 1991: 53).

Estas características de la producción parecen ser generalizables al resto de la isla, donde las descripciones realizadas para la cerámica remiten a rasgos muy similares a los documentados. Un buen ejemplo lo constituye la descripción realizada por V. Guerrero (1983: 300) para el registro del santuario de *Son Marí* donde se documenta una “...*amplia variedad de calidades y acabados fruto de una producción artesanal no estandarizada... Predominan las pastas mal depuradas con desgrasante de granos variables, a veces excesivamente grueso y en ocasiones combinado con desgrasante de naturaleza vegetal. Sin excepción todas las piezas están modeladas a mano, con ejemplares poco cuidados y a veces asimétricos. Las superficies no presentan un tratamiento especial y en la inmensa mayoría de los casos aparece porosa y con vacuolas ostensibles. Las cochuras son muy desiguales, deficientes en general, produciendo coloraciones rojas, negras, ocre, casi siempre con los núcleos negros*”.

Finalmente, resulta interesante señalar los datos aportados por W. Waldren (1982: 348-356) para cerámica de niveles postalayóticos de *Son Matge*: “*The pottery of this period is normally of very bad quality, being riddled with degassing channel from organic temper... make the clay fabric of these wares very brittle, like worm-eaten wood. The degassing channels also make the pottery very porous so that if the wares have been exposed to moisture over any length of time they will actually crumble if any pressure is applied to them*”.

27.6. Conclusiones: La producción de cerámica del Bronce Antiguo al Postalayótico Final.

Múltiples estudios de cerámica han estudiado las diferencias que se producen en el tiempo en los materiales y su relación con distintas formas de organizar la producción. En este sentido, se hace referencia a si los cambios en la cerámica se relacionan con distintos fenómenos como cambios en la organización de la producción, en su localización o en su tecnología de fabricación. De este modo ahora se va a tratar de sintetizar el desarrollo que sufre la alfarería a mano, así como su relación con ciertas dinámicas sociales e históricas que se suceden en Mallorca, desde la Edad del Bronce hasta, prácticamente, el cambio de era.

a) Bronce Antiguo (1750-1600 BC).

A pesar de que las muestras analizadas aquí adscritas a este periodo son muy escasas, la comparación de nuestros resultados con los pocos datos disponibles de otras investigaciones nos ayuda a realizar un esbozo de la producción cerámica del Bronce Antiguo. Todo indica que, en este momento, la producción de cerámica se basa en un tipo de organización no centralizada, tal vez estrechamente relacionada con tradiciones cerámicas de época epicampaniforme. Así pues, la cerámica de este periodo se caracteriza por presentar cerámicas trituradas como principal desgrasante, en ocasiones combinada con pequeñas cantidades de calcita cristalina. La presencia de esta solución en diferentes zonas alejadas entre sí como *Valldemossa*, *Porto Colom (Closos de Can Gaià)* o *Menorca (Cova des Carritx, Trebaluger)* demuestra cierta correspondencia entre las soluciones adoptadas por los distintos grupos de las islas. La utilización de este tipo de materiales desemboca en la obtención de unas pastas donde predomina un claro componente silíceo. Las cocciones en este periodo son muy heterogéneas y todo indica un escaso control sobre las estructuras de combustión, produciéndose en algunos casos, sobrecocciones poco severas.

b) Bronce Medio/Final (1500/1400-1000/800 BC).

En este momento se produce una clara desaparición de las tradiciones tecnológicas propias del Epicampaniforme y el Bronce Antiguo que se documentan, tan solo, marginalmente. En su lugar, se documenta una nueva fábrica que va a caracterizar, prácticamente, a todo el conjunto cerámico que se constata en este periodo. Se evidencia una clara homogeneización del proceso de producción y del producto final. En todos los casos, se observa una especialización de las materias primas empleadas, todo remite a la utilización de una estrategia discriminante donde se seleccionan arcillas calcáreas y muy finas a las que se añade una alta cantidad de calcita cristalina. Esta especialización se acrecienta si se considera también la utilización de recursos minerales y procesos técnicos completamente diferentes a los observados en la cerámica para la construcción de impermeabilizaciones en estructuras arquitectónicas. Ello indica una racionalización del uso de los recursos minerales disponibles y una especialización en su selección y uso.

Las cocciones de las cerámicas son, necesariamente, a baja temperatura con tal de evitar la reacción del desgrasante, aunque en algunos casos se roza su temperatura de descomposición. Las técnicas y los materiales utilizados propician la obtención de un producto altamente calcáreo, estandarizado y homogéneo que otorga nuevas posibilidades y limitaciones al registro cerámico, así como a sus procesos de producción y uso, tanto biológica como socialmente. Este cambio en las técnicas y materiales empleados en la fabricación de las piezas coincide con un cambio tipológico, donde se generalizan las bases planas y nuevos tipos cerámicos. En definitiva, el cambio en el registro cerámico es global y destaca una gran uniformidad de todos los procesos y acciones realizadas por los alfareros de diferentes generaciones y comunidades. Esta tónica, observada en el registro cerámico, denota la existencia de una producción muy bien organizada, con sistemas de transmisión de conocimiento muy estables y con una clara función social, cohesionadora del grupo y vinculada a conceptos como el de identidad y al mantenimiento de determinadas estructuras sociales.

Dentro de este proceso se observan dos temas que deben considerarse. Por un lado, se constata la presencia de una materialidad enfocada a reforzar el sentimiento de colectividad y de grupo (Lull *et al.* 2008: 23), tangible además de en la cerámica, en el desarrollo de una arquitectura monumental simbólica, el patrón funerario y una cultura material no metálica muy homogéneas.

Por otro lado, la mayoría de las actividades productivas parecen organizarse socialmente en torno a áreas especializadas de producción comunal, en zonas de dominio público o semi-público³⁶² (Salvà y Hernández 2009). En este sentido, la producción cerámica puede resultar una actividad pública y, por tanto, visible para cualquier observador en sus diferentes fases de fabricación (Miller 1985: 209). En este tipo de contexto socioeconómico pudo insertarse la producción de cerámica, lo que explicaría el alto grado de interacción y cohesión que existe entre los alfareros y que se materializa en el uso de unos mismos procedimientos, materiales, materias primas y técnicas. De este modo, se puede apuntar hacia un número relativamente bajo de individuos productores, probablemente, relacionados con diferentes unidades domésticas, que trabajan en las mismas áreas de producción.

De este modo, se podría haber desarrollado una producción organizada y coherente entre las distintas unidades de producción donde los contextos de aprendizaje son los mismos para todos los aprendices y donde la información fluye fácilmente, sin ningún tipo de restricción, entre los individuos de la comunidad. Posteriormente, esta producción es centralizada en la fase de cocción, probablemente en hornos relativamente elaborados que permiten una cocción reductora de larga duración y temperaturas de hasta 800/850°C. Este aspecto explicaría la ausencia de una especialización funcional de los distintos tipos cerámicos en lo que se refiere a las pastas. Estos hornos podrían haberse ubicado en el área circundante del poblado, y tras su utilización, se habrían desmantelado o abandonado, probablemente, ello explique la ausencia de estructuras ligadas a este proceso en este periodo.

Posteriormente, la producción sería redistribuida y, tal vez, parte de la misma, que podemos considerar como excedente, se destinaría a contenedores cerámicos cuya finalidad principal es el almacenaje y el transporte de otros excedentes para cubrir los intercambios que se producen con el exterior.

³⁶² Etnográficamente, en Banda, Ghana (Cruz 1996) o Paradijon, Filipinas (Neupert 2000) y Hindwari, Pakistán (Spataro 2004) se constata como la producción cerámica se desarrolla en áreas abiertas que son de dominio público dentro de los asentamientos, como por ejemplo patios.

La pregunta que resulta interesante plantear respecto a la cerámica local es: ¿Existen especialistas que se dedican predominantemente a la fabricación de este tipo de cerámicas de gran dificultad técnica y cuya finalidad se vincula más con los intercambios con el exterior más que con el uso que la población local hace de ellos? De ser así ¿En qué modo controlan estos especialistas la producción que realizan el resto de individuos? y ¿Cómo participan estos especialistas en el proceso de desarrollo de la complejidad social observado en el Bronce Final?

Precisamente, el establecimiento de este cambio cultural, claramente perceptible en la tradición tecnológica cerámica, coincide con un momento en el que se documenta una intensificación de los contactos con el exterior, acompañado ello de un desarrollo de actividades y producciones especializadas entre los grupos isleños. Las tradiciones y soluciones tecnológicas adoptadas en la producción cerámica de las islas están en total consonancia con las observadas en zonas, como el noreste nordeste de la Península Ibérica y el sur de Francia, en las que éstas tenían un fuerte arraigo. Materialmente, estas zonas aparecen estrechamente ligadas con las Baleares a través del derrotero Ródano-Golfo de León-Delta del Ebro. Tal vez vale la pena plantear que la llegada de nuevas ideas y productos a las islas pudo incentivar nuevas necesidades sociales en el seno de las comunidades de las islas. Éstas favorecieron el desarrollo de una producción cerámica similar a la de los grupos con los que se estaban manteniendo los intercambios, bien sea a nivel interno como externo, con el objetivo de establecer un lenguaje y un nexo material común que favoreciera y facilitara dichos intercambios.

c) Talayótico (900/800-550 BC).

En este periodo la producción cerámica presenta los mismos rasgos básicos que los observados en el Bronce Final. En este sentido, todos los datos apuntan hacia un producto final extremadamente calcáreo y una organización de la producción muy similar a la que se ha propuesto anteriormente. La tecnología cerámica funciona como en época talayótica un elemento conservador cuya perduración podría indicar que no se han producido cambios sociales determinantes, ya que cuando se mantiene el sistema de transmisión de la identidad e ideología del grupo se genera una tendencia a mantener la producción tradicional (García Rosselló 2008: 70, 200).

Sin embargo, para este momento disponemos de algunos datos más, derivados de otros estudios, que ayudan a completar y definir otros rasgos de la producción que podrían utilizarse para plantear futuras hipótesis relacionadas con la producción de cerámica en el Bronce Naviforme.

De todos modos, a pesar de la continuidad observada en las pastas cerámicas, los cambios culturales que se producen entre ambos periodos en el ámbito arquitectónico y urbano, espacial, funerario, etc. sugieren una reinterpretación de la tradición tecnológica cerámica que, necesariamente, debe ser congruente con el nuevo contexto en el que habitan las comunidades de la isla. El rasgo más evidente de esta reinterpretación del registro material cerámico se observa claramente en la tipología de las vasijas. Se observa un abandono de determinados tipos, como los toneles, en detrimento de nuevas formas como las pitoides, que serán utilizadas como principal contenedor cerámico destinado a almacenaje (Plantalamor 1997: 379). Los estudios de Lull *et al.* (2008) apuntan hacia la existencia de cierta especialización de la producción en base a los rasgos formales de las distintas tipologías y sus tratamientos de superficie, por un lado, un número reducido de especialistas habrían confeccionado las piezas más grandes y complicadas técnicamente. Por otro lado, un número mayor, aunque limitado, de individuos con un perfil relativamente especializado habría manufacturado el resto de piezas más sencillas.

En nuestra opinión el papel cohesionador de las pastas y de ciertos elementos materiales y tecnológicos, como la arcilla, el desgrasante y las técnicas de cocción, se reafirma. Por un lado, se observa la utilización de las mismas producciones que ya se habían observado en periodos anteriores, evidenciando su vigencia durante largos periodos de tiempo y en yacimientos diferentes como *Puig de Sa Morisca* y *Son Ferrer*. Ello indica la probable utilización comunal de la misma fuente de arcilla y, tal vez, una explotación comunal de determinados recursos. Por otro lado, las recetas continúan perfectamente estipuladas y arcillas de cualidades bien estipuladas se mezclan siempre en proporciones muy parecidas con el desgrasante.

La fase de cocción, así como los conocimientos técnicos con los que se relaciona, parecen continuar centralizados en unos pocos especialistas, si bien todos los productores deben colaborar de una u otra forma en la fase de cocción, aspecto que reafirma el vínculo social entre los distintos productores.

Como vemos, esta hipótesis cobra mayor fuerza gracias al hallazgo del horno de *Sa Talaia de Torrepetxina* en Menorca que remite a este tipo de estrategias. Este aspecto resulta interesante, ya que Waldren (1982) señaló para este periodo y el Bronce Final la aparición de marcas de alfarero en la producción cerámica, algo que resulta indispensable para identificar las distintas piezas de los individuos en este tipo de cocciones colectivas.

Planteamos una reinterpretación de las formas organizativas donde la producción cerámica habría mantenido su significación como cohesionador social y habría contribuido en generar un lenguaje simbólico que resulta claramente perceptible y comprensible entre las distintas comunidades que habitaron las islas. Parece ser, como señala Prieto (1999: 86) a nivel teórico, que “...dentro de cada categoría cerámica hay aspectos que contribuyen a resaltar la identidad supralocal...”.

Esta visión de la cerámica como símbolo puede verse incrementada por la reinterpretación de algunos de los componentes que la forman, por ejemplo la calcita cristalina, que está estrechamente relacionada con la roca calcárea y el óxido de calcio. En este sentido, pudo realizarse una transmisión de conocimientos y prácticas desde la producción de cerámica hacia la producción de cal viva, tanto en su vertiente técnica como simbólica y organizativa. De este modo, la cal viva se empleará en contextos funerarios fuertemente imbuidos por connotaciones simbólicas y sociales enfocadas hacia la colectividad y el enmascaramiento de las diferencias sociales. Este posible enmascaramiento de la diferenciación social podría explicar la intrusión de cerámicas que cumplen los cánones de fabricación básicos en determinadas prácticas rituales como las observadas en el túrriforme escalonado de *Son Ferrer*. En la fase ritual de este asentamiento, donde prácticas que implican necesariamente relaciones de poder, y tal vez ligadas a castas sacerdotales, se utilizan cerámicas cuyas materias primas y tecnología de fabricación y, tal vez de uso, representan a la comunidad en su conjunto en lugar de otras que tienden a marcar cierta diferenciación social.

d) Postalayótico I (500-250 BC).

En el estado actual de la investigación podemos asegurar que, al menos en lo que a cerámica se refiere, se produjo un cambio menos traumático entre el Bronce Final y época Talayótica que de ésta al Postalayótico. En este momento se inicia una clara desestructuración de los esquemas que habían racionalizado y organizado la producción cerámica desde hacía casi un milenio. Por un lado, si bien se observa cierta continuidad en las materias primas utilizadas en el *Puig de Sa Morisca*, se constata la introducción de nuevos materiales, arcillas y desgrasantes que indican una explotación de los recursos más diversificada y, tal vez, oportunista.

Ahora documentamos, además de la explotación de arcillas margosas y calcita cristalina, otras materias primas como arcillas con arenas, materia vegetal, brechas, calizas, biocalcarentas y cerámicas trituradas en algunas de las piezas³⁶³. Se puede hablar de una intensificación en la explotación de los recursos que puede estar relacionada con la necesidad de buscar otras fuentes de materia prima en el territorio. Esta búsqueda puede ser consecuencia del agotamiento de los filones o, más probablemente, por el acceso restringido a determinadas materias primas que obliga a buscar nuevas vías de abastecimiento. A su vez, esta diversificación e intensificación en la explotación de las materias primas se puede relacionar con la fragmentación del territorio, que fomenta la explotación de nuevos recursos.

Sin embargo, el principal cambio en las pastas cerámicas de esta fase se relaciona con la adición de materia orgánica, muy variable en las distintas piezas según, como veremos, su funcionalidad y su presencia en contextos de hábitat o funerarios. Estos cambios indican una progresiva desestructuración de las estrategias colectivas según las que se había organizado la producción anteriormente, que resultarían contradictorias en los nuevos contextos sociales y requerirían de un claro reajuste. Por un lado, en esta fase todavía existe cierta continuidad en las soluciones tecnológicas desarrolladas en gran parte de las piezas que se traduce en la adición de calcita cristalina a arcillas muy finas en la mayor parte del registro.

³⁶³ Materias primas como las calcarenitas, las calizas o la calcita cristalina se documentan también en diversas épocas de *Son Fornés* (Palomar 2005: 318) y en *Ses Païses* (Aramburu y Hernández 2005: 139).

Por otro lado, se inicia una clara ruptura focalizada en secuencias diferenciales y el uso de nuevas materias primas en la producción que, sin embargo, parece haberse desarrollado siguiendo una tecnología y unas dinámicas similares a las observadas en el resto de las piezas. Es decir son piezas que siguen una tendencia más o menos general, pero establecen algunos cambios sustanciales. Todo ello apunta hacia cierto desorden en las estrategias tecnológicas de origen ancestral y el inicio de un sistema más caótico y organizado críticamente, donde las acciones que realizan los distintos individuos y las categorías que comparten los individuos se muestran menos pautadas.

En nuestra opinión, la introducción generalizada de materia orgánica parece relacionarse más con la estrategia de producción seguida por los alfareros que con la introducción de nuevas materias primas en el proceso. Todo indica que, en este momento, se inicia una desestructuración de las estrategias de producción anteriores que se habían observado relativamente centralizadas, con una mayor homogeneización en la transmisión de conocimientos y, tal vez, organizada por unos pocos especialistas, posiblemente encargados de fabricar las piezas más complejas. Todo parece indicar, que ahora las cocciones se realizan en estructuras más simples y asociadas a una menor escala de producción. Probablemente, se abandonan progresivamente las cocciones colectivas y son más corrientes cocciones donde colaboran pocos individuos.

Uno de los rasgos que caracteriza al registro material de esta época es la paulatina sustitución de grandes cerámicas de almacenaje a mano por ánforas importadas que serán, posteriormente, reutilizadas para esta función. Ahora el material cerámico de grandes dimensiones será raro y reducido a piezas muy diferentes las unas de las otras, al menos en el territorio estudiado. Resulta plausible pensar que, tal vez, la entrada en la isla de grandes cantidades de contenedores de almacenaje a torno, como las ánforas, habría podido provocar una reducción de la demanda de grandes contenedores a mano. Este tipo de vasijas a mano requieren de un gran esfuerzo y de ciertos conocimientos técnicos para su fabricación, de este modo, la introducción de materiales importados habría comportado una paulatina desaparición de aquel grupo de alfareros relativamente especializados.

La función principal de éstos consistía en fabricar las piezas más complejas y centralizar y controlar la cocción de la producción cerámica del resto de productores, favoreciendo el éxito de la producción en su totalidad. La desaparición de estos especialistas habría desestructurado las formas según las que se organizaba la producción, obligando al resto de alfareros a desarrollar nuevas estrategias de cocción y a generar nuevos conocimientos y pautas de comportamiento que se ajustaran a este nuevo contexto. En este sentido, la adición de materia orgánica podría haberse realizado con la finalidad de favorecer la cocción de los recipientes en situaciones donde los alfareros se muestran más inexpertos en esta fase. La realización de cocciones a menor escala habría provocado, además, que fuera innecesario que todos los alfareros siguieran las mismas pautas de fabricación en lo que a pastas se refiere.

Observamos que, a diferencia de periodos anteriores donde distintos centros productores desarrollaban básicamente una misma fábrica, ahora se pasa a una situación en la que un mismo centro productor puede desarrollar varias fábricas. Todo parece indicar que se inicia un distanciamiento entre las distintas unidades productivas, si bien el mantenimiento de ciertos rasgos ancestrales en la cerámica, como la obtención de un producto final altamente calcáreo de textura gruesa, en combinación con otros nuevos, habría evitado un cambio drástico de los esquemas de racionalidad y habría favorecido una situación de equilibrio donde ideas nuevas se reinterpretan y materializan sobre un sustrato indígena anterior. En definitiva, no se produce un reemplazo repentino y traumático de las categorías y las prácticas sino relativamente gradual.

A pesar de esta continuidad relativa, los cambios constatados en los sistemas de fabricación indican que se está produciendo una desestructuración que afecta a los sistemas de transmisión de conocimientos de al menos algunas unidades productivas. Se produce una relajación de la cohesión de las soluciones tecnológicas en el conjunto del grupo que pudo estar acompañada de una deslocalización, al menos en algunas unidades productivas, de los contextos de aprendizaje empleados tradicionalmente. Tal vez este cambio en los contextos de aprendizaje pueda estar ligado a una producción desarrollada más dentro de un ámbito privativo-doméstico que comunal-público, como se ha apuntado para épocas anteriores.

De este modo, los patrones de aprendizaje pueden limitar o expandir cambios en la producción y el mantenimiento de los sistemas de aprendizaje tradicionales reduce las probabilidades de introducir cambios en la producción cerámica (García Rosselló 2008: 201). De este modo, una ruptura en los sistemas de aprendizaje tradicionales habría incrementado las probabilidades de algunos individuos para introducir cambios en la producción cerámica.

Todos estos aspectos podrían haberse acrecentado y estarían en estrecha relación con una progresiva desestructuración de la propia sociedad postalayótica y sus sistemas organizativos favorecida por la ascensión de determinados grupos sociales y la salida y reentrada de población local y foránea portadora de nuevas ideas, gustos y valores. Este proceso afecta tanto a la forma en la que se usa la cerámica como a los productos y los patrones de uso y consumo con los que ésta va estrechamente asociada. En definitiva, parece que la cerámica podría haber perdido parte del valor social que la caracterizaba en periodos anteriores, lo que, en parte, se plasma en la creación de un producto menos duradero y menos representativo de la totalidad del grupo.

La ausencia de estrategias comunes posibilita una conducta no discriminante, diferente a la observada en periodos anteriores, en lo que se refiere a la selección de materias primas así como una reducción del esfuerzo que era antes necesario para realizar una producción congruente con la desarrollada por las demás unidades productivas que conforman el grupo. Resulta interesante plantear que este cambio en la organización de la producción y los materiales va parejo a la entrada de material de importación, técnicamente más desarrollado, que podría haber devaluado el valor social de unas producciones locales que, hasta ese momento, habrían tenido una fuerte significación como cohesionador de la sociedad.

La desestructuración de las producciones indígenas y la puesta en circulación de materiales anfóricos importados, cuya introducción en el contexto local está estrechamente controlada por agentes púnicos o, más probablemente, por individuos indígenas con una posición social diferenciada y que mantienen un estrecho contacto con los primeros, habría supuesto una dispersión del uso social más limitada para este tipo de cerámicas. Al no poderlas fabricar los alfareros locales, y no ser accesibles para el conjunto de la sociedad, habría favorecido el establecimiento de relaciones de desigualdad entre las poblaciones locales y determinados grupos sociales indígenas.

Éstos últimos habrían podido regular el grado de desestructuración de la organización social de las comunidades indígenas en función de sus necesidades y mediante la entrada controlada de materiales de prestigio, favoreciendo así la aparición de formas de coerción y control social entre las sociedades locales.

Un ejemplo de la demanda de más formas importadas que las que están en circulación en el ámbito local, estando ésta ligada a procesos de emulación y aceptación social e ideológica, lo constituye, en nuestra opinión, la fabricación de cerámicas inspiradas en modelos clásicos mediante técnicas indígenas. Una parte de la población, con una gran necesidad de situarse en este nuevo contexto social e ideológico, no habría tenido acceso a los materiales importados de modo que para favorecer e intensificar su aceptación social habrían demandado este tipo de productos, favoreciendo la fabricación de este tipo de piezas dentro del sistema productivo local o indígena.

e) Potalayótico II (250-50 BC).

En este último periodo se continúa con la tendencia observada en el Postalayótico I, donde se aprecia una gran variabilidad de las producciones y las fábricas cerámicas producidas, tanto a nivel químico como mineralógico. En este caso, podemos asegurar que la variabilidad se incrementa, en gran parte, debido a la total desestructuración de las estrategias productivas que habían estado vigentes desde el Bronce Final, y que se había mantenido algunos elementos, aunque con cambios sustanciales, durante el Postalayótico I. Este rasgo se materializa en la práctica desaparición de pastas extremadamente calcáreas y el auge de pastas de otros tipos, como las silíceas y las ferruginosas. Éstas últimas, desconocidas hasta ahora en la isla para esta fase y únicamente localizadas en el *Turó de les Abelles*, podrían indicar que este asentamiento se inserta en un nuevo esquema de racionalidad en el que la cerámica supone un claro reflejo de la existencia de nuevas relaciones sociales activas en los antiguos territorios indígenas.

Por otro lado, se observa un predominio de los desgrasantes de tipo vegetal sobre los de naturaleza mineral, que, sin embargo, también muestran una gran diversificación, con la introducción de rocas calizas, calcarenitas y arenas. La introducción de pequeñas cantidades de calcita cristalina junto con rocas calizas evidencia una tímida continuidad, hasta el final del periodo, de ciertas prácticas ancestrales que ahora están muy debilitadas. Todo indica que existe sólo una concienciación hacia la adicción simbólica de desgrasantes minerales, aunque sea en poca cantidad y con unos criterios de selección poco estandarizados. Este hecho podría corresponderse con un fenómeno de resistencia, en el que se trata de no establecer simbólicamente una ruptura definitiva con los orígenes de las comunidades³⁶⁴. Por otro lado, este aumento de la variabilidad parece introducirse también en el desgrasante vegetal, con la adición de distintos tipos de herbáceas. Los desgrasantes vegetales ahora serán hegemónicos en todos los tipos y contextos estudiados.

El incremento de la variabilidad remite a una gran desestructuración de la producción cerámica incluso en un área reducida y estrechamente vinculada a nivel geográfico, como es la zona de *Santa Ponça*. La desestructuración ya total de los sistemas de transmisión de conocimientos aparece claramente reflejado en una evidente descoordinación de las distintas unidades productivas. Probablemente, vinculada a una clara deslocalización de los contextos de aprendizaje, en los que no se observan estrategias comunales y cohesionadoras entre los distintos asentamientos o grupos que conviven en un mismo yacimiento. Este proceso evidencia una producción realizada en un ámbito privativo-doméstico donde las pastas cerámicas no parecen presentar ningún indicio de vinculación con mecanismos de plasmación de la identidad grupal más allá del fenómeno de resistencia que supone la fabricación común de cerámica a mano y la adicción simbólica de algunos elementos. En todo caso, los patrones de uso y deposición de la cerámica demuestran que existen contactos entre productos e individuos vinculados de una u otra forma a las distintas unidades de producción.

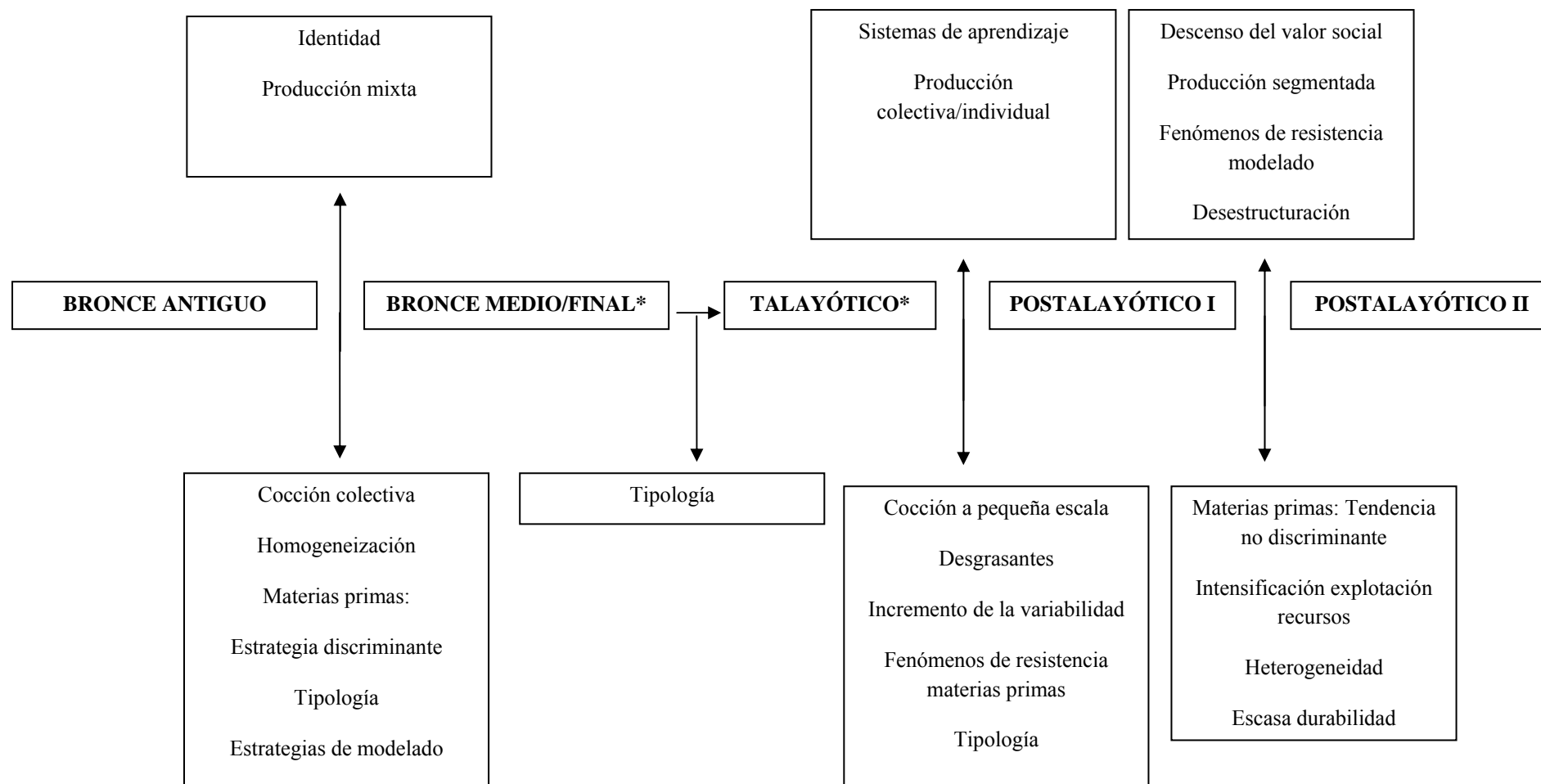
³⁶⁴ Algunos alfareros de Níger utilizan técnicas de las que son conscientes que resultan menos eficientes técnicamente, pero que, sin embargo, son mantenidas por el importante papel social que cumplen al ensalzar la identidad del grupo (Gosselain 2008).

Todo parece indicar que el aumento de la variabilidad muestra una reducción del tamaño de las unidades productivas que se incrementan, sin embargo, en número. En esta situación el perfil de los alfareros se ve claramente desplazado hacia un perfil poco cualificado, perceptible en la escasa cohesión y desarrollo tecnológico de las materias y las técnicas utilizadas en la producción, incluso dentro de una misma unidad productiva. En definitiva, las pastas se presentan muy mal mezcladas muy heterogéneas y las piezas muy mal modeladas, predominado perfiles asimétricos y paredes más gruesas (Mayoral 1983; García Rosselló 2010). Finalmente, las cocciones son cortas, a pequeña escala, en estructuras sencillas y abiertas, y a muy baja temperatura. Todos éstos son indicadores claros de un perfil poco especializado del productor (Budden 2009; Budden y Sofaer 2009). Todo ello remite a una escasa especialización de la producción, tanto en lo que se refiere a la preparación de las pastas como al modelado y la cocción de las piezas.

Estos rasgos podrían indicar una devaluación del valor social de las piezas locales tradicionales que podrían tener escaso valor de uso, potenciada por una esperanza de vida altamente reducida. El valor social que pudieron otorgar algunos segmentos de la sociedad indígena a las piezas utilizadas pudo concentrarse ahora en los materiales de importación y en unos pocos tipos a mano de inspirados en modelos importados, donde el énfasis se pone más en lo visual, lo perceptible y lo aparente. Tal vez primó, a la hora de otorgar dicho valor, el vínculo existente entre la cerámica y determinados gustos estéticos y prácticas sociales, antes que el lazo cultural existente entre la propia tecnología cerámica y la organización de la producción a mano.

Podemos señalar que la desestructuración de las formas de organización social comunitarias, típicas del Bronce Final y el Talayótico, y aún relativamente perceptibles en ciertos elementos del registro del Postalayótico I, alcanza su cenit en la última fase de este periodo. Ello da lugar a producciones extremadamente descentralizadas que reflejan cambios en los procesos sociales, probablemente ligados al desarrollo de la complejidad social y la jerarquización de determinados individuos que habrían favorecido la desaparición de las estrategias productivas de tipo indígena que habían estado vigentes en periodos anteriores (Lull *et al.* 2008: 26).

Cuadro 84. Cuadro sinóptico sintetizando los cambios observados en la producción de cerámica a mano en los distintos periodos.



28. ANÁLISIS CONTEXTUAL: CERÁMICA, FUNCIÓN Y CONTEXTO.

Introducción

Otro de los aspectos que pueden influir en la forma en la que se desarrollan los procesos de producción, uso y deposición de la cerámicas es el contexto en el que éstas van a utilizarse. De este modo, se documenta arqueológicamente (Jorge *et al.* 2009) y etnográficamente³⁶⁵ una división de la propia cerámica distinguiendo en función de su uso en contextos cotidianos o usos ceremoniales más concretos. El contexto, su significado y las actividades que en él se realizan van a determinar el tipo y la cantidad de artefactos presentes, así como la forma en la que éstos se van a utilizar. Este parámetro nos relaciona directamente con la frecuencia de uso y la esperanza de vida de las vasijas, así como su distribución en el espacio. Etnográficamente, es posible, por tanto, diferenciar entre producciones cerámicas asociadas a distintos tipos de asentamientos, contextos y actividades. Por ejemplo, en sociedades como los *Kalinga* (Filipinas), las cerámicas cotidianas y de uso doméstico están menos decoradas que aquellas que se usan en actos públicos. Es en estos últimos actos donde existen más posibilidades de tomar contacto con individuos externos al grupo y, por tanto, estas piezas suelen estar muy elaboradas “culturalmente” (De Boer 1984; Mills 1989; Skibo 1992).

Si bien las características de los materiales influyen, en gran medida, en cómo éstos son percibidos (MacGregor 1999; Sillar y Tite 2000), el contexto influye también en cómo las piezas son percibidas. De este modo, el objeto puede visualizarse de modo diferente dependiendo de la incidencia que tiene en el mismo la luz o la radiación y su capacidad para absorber, transmitir o reflejar esos componentes. El ojo humano distingue el color según tres variables que son dependientes las unas de las otras: 1) el tipo de color, cómo rojizo, blanquecino, crema, etc. 2) la luminosidad o capacidad de un objeto para reflejar por difusión mayor o menor cantidad de luz incidente y 3) la saturación o el grado de concentración del color. Finalmente, el contexto influye sobre la percepción del color, por ejemplo, un mismo tono de color gris se apreciará como gris oscuro en un fondo blanco mientras será gris claro si se superpone en un fondo negro (Cuomo Di Caprio 1984: 161-164; Bacci 2004; Morales 2005: 89-90).

³⁶⁵ En Tabasco (México) (Gallegos y Armijo 2008) o entre los *Kalinga* (Filipinas) (De Boer 1984).

Este aspecto del contexto resulta también relevante ya que existe una voluntad de visibilidad en el estilo de acuerdo con *estrategias de ocultación y monumentalización* de la cultura material cerámica. La intencionalidad social del alfarero en las elecciones tecnológicas que realiza, para producir un efecto visual concreto a través del proceso de producción de las cerámicas, estará en parte en función del contexto en el que ésta se deposite y del uso que tengan estos productos (Cobas y Prieto 1997). Como señala P. Prieto (1999: 84) “...los aspectos que refuerzan una estrategia de exhibición son los tonos fuertes y brillantes y los acabados muy cuidados que proporcionan superficies con un aspecto metálico; por el contrario, una estrategia de ocultación se apoya en los acabados de apariencia descuidada y en los tonos suaves con un aspecto mate.”

En muchas cerámicas resulta evidente la importancia de la visualización del objeto final, de su impacto visual. Éste es un factor que el alfarero puede tener en cuenta y es una variable, conocida en el ámbito anglosajón como *Visual performance value*, que puede ser valorada y buscada tanto por el productor como por el usuario, especialmente cuando la cerámica se usa en determinados contextos. Las comidas pueden tener distintos ámbitos público o privado asociados con diferentes prácticas sociales, las cerámicas con las que se sirven estos alimentos también presentan esta dualidad³⁶⁶ (Schiffer y Skibo 1987; Schiffer 1999 en Mills 1999).

Dentro del proceso de producción cerámica, la selección de diversas soluciones morfológicas y tecnológicas puede tener la finalidad de optimizar el producto final de acuerdo con las funciones que éste deba cumplir en un contexto determinado. Puede existir una correspondencia entre forma, tecnología, estética y función, constituyendo estas variables una unidad orgánica. En términos de causalidad, los materiales, las técnicas y las formas, que a su vez determinan el estilo de las piezas, van a estar condicionadas por las funciones, del tipo que sean, a desarrollar. Es en este sentido, donde el análisis del contexto cobra especial relevancia, el análisis de la cerámica de forma aislada, sin considerar los espacios en los que ésta se ubica, limita las inferencias que se puedan realizar sobre ella. Situando los artefactos en su contexto se está en disposición de realizar una interpretación más compleja y precisa de su significación que, de este modo, puede ser argumentada también a partir de sus relaciones contextuales y espaciales.

³⁶⁶ Por ejemplo, en la cerámica de servicio utilizada en el área de Tusayan-Kayenta (Puebla, EEUU) el color del engobe difiere en función de los contextos donde se consumen los alimentos, ello se realiza con la finalidad de aumentar la significación del evento (Mills 1999).

En este sentido, se puede concluir que pueden existir diferencias en los rasgos de las cerámicas dependiendo de su contexto de uso y deposición (Aranda 2001: 25-26; Calvo *et al.* 2004: 37-42; Polvorinos del Río *et al.* 2005; Cordero *et al.* 2006). Ya en el capítulo en el que se exploró la morfo-potencialidad de los artefactos quedó patente que los rasgos de las pastas cerámicas parecen estar estrechamente relacionados con la cronología de las piezas y determinadas estrategias de producción asociadas a la gestión de determinados espacios, más que responder a una adaptación tecno-funcional de los artefactos. Los yacimientos estudiados se relacionan con diversas cronologías, pero además presentan diferentes funcionalidades bien establecidas. Por tanto, además de realizar un análisis diacrónico de las piezas, una correcta interpretación de la tecnología cerámica debe situar a éstas también contextualmente en unos espacios funcionalmente bien definidos.

Los resultados obtenidos del ACP³⁶⁷ realizado anteriormente muestran que existen ciertas tendencias en la distribución de las piezas en función del asentamiento, el ámbito del mismo con el que se asocia y la cronología de las cerámicas. El uso al que se destinaron las piezas aparece, entonces, estrechamente relacionado con el tipo de asentamiento en el que se inserta el registro cerámico, lo que a su vez puede ayudarnos a explicar muchos de los rasgos que observamos en los procesos de fabricación, uso y deposición de las vasijas.

Para situar los distintos yacimientos en grandes grupos funcionales como puedan ser asentamientos de hábitat, rituales, funerarios o estaciones artesanales o manufactureras, se han combinado diversos factores. Pensamos que con la puesta en común de la mayor cantidad posible de estos factores se obtiene un criterio adecuado que permite definir, en espera de futuros trabajos específicos y a grandes rasgos, la funcionalidad de los asentamientos:

- Información proporcionada por las distintas excavaciones arqueológicas realizadas, tanto de las propias estructuras como de los hallazgos realizados y de los análisis disponibles del material recuperado.

³⁶⁷ Los análisis ACP realizados en este capítulo usan las puntuaciones obtenidas en los componentes ya explicitadas en las conclusiones del capítulo destinado al análisis pasta/tipo y a la tecnofunción de las piezas, comprendiendo los mismos parámetros y variables.

- Datos proporcionados del estudio de materiales recogidos en las prospecciones superficiales, básicamente delimitaciones de yacimientos, clasificaciones tipológicas, dibujos y análisis de pastas (Guerrero *et al.* 1982; Aramburu 1993; Buxeda y Cau 1998; Albero 2006; Calvo *et al.* 2009).
- Estrechamente relacionado con las prospecciones espaciales señaladas, se ha utilizado el patrón de asentamiento observado en los yacimientos para establecer su funcionalidad. Si bien los estudios de arqueología macro-espacial son científicamente limitados a la hora de establecer la funcionalidad (Hodder y Orton 1990; Salvá 2001) pensamos que la comparación formal con datos arqueológicos y arquitectónicos proporciona una base más sólida, al incorporar una nueva variable, en el análisis de la significación de los yacimientos.
- Finalmente, se han considerado las diferentes tipologías arquitectónicas para definir, también a partir de comparativas con otros yacimientos de la misma tipología y de los que se posee más información, la probable funcionalidad de los asentamientos. Sin embargo, como algunos estudios han revelado (Gasull *et al.* 1984), esta aproximación por sí sola también presenta algunos problemas derivados de la polifuncionalidad que pueden desarrollar estructuras arquitectónicas que presentan una misma tipología. De todos modos, al igual que en el caso anterior, la integración de la arquitectura en un contexto arqueológico y espacial puede ofrecer más evidencias para sugerir o descartar ciertas funcionalidades de los asentamientos.

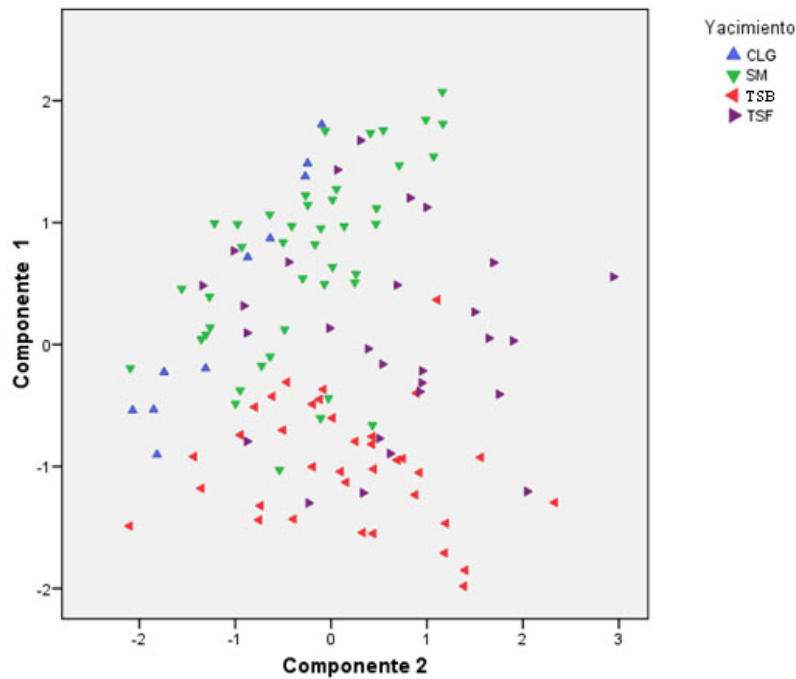


Figura 435. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas en el primer y segundo componente del análisis ACP en función del yacimiento en el que fueron halladas.

Ya se ha comentado, en la introducción a los distintos asentamientos y a las áreas de estudio, como la ubicación espacial de los yacimientos, su configuración arquitectónica, así como los hallazgos efectuados en el mismo en los distintos periodos de ocupación, remiten a distintas funcionalidades que suponen diferentes actividades con una significación diversa. En este sentido, la estrategia de muestreo utilizada en este trabajo permite comparar registros cerámicos de diversa cronología, procedentes de distintos ámbitos y, en el caso de los yacimientos de Calvià, de un mismo territorio. Tratándose, en este caso, de comunidades espacialmente conectadas y con los mismos recursos disponibles.

Se puede clasificar, en función de las investigaciones desarrolladas en cada uno de los yacimientos estudiados, la presencia de espacios de hábitat (*Closos de Can Gaià*, *Puig de Sa Morisca*), artesanales o manufactureros (*Turó de les Abelles*) y, finalmente, espacios altamente simbólicos en los que se desarrollan desde enterramientos hasta actividades rituales (turriforme escalonado de *Son Ferrer*). En función de las características contextuales y funcionales de cada uno de los yacimientos estudiados, se puede partir, por tanto, de la hipótesis que los atributos de la cerámica se vinculan con la existencia de espacios distintos cuyas necesidades técnicas, funcionales y sociales habrían revertido directamente en el tipo de artefactos fabricados.

En este sentido, se puede distinguir claramente en los distintos asentamientos una distribución diferencial de las Fábricas, las Producciones y los Tipos presentes. Los rasgos tecnológicos de las cerámicas tienen trascendencia a nivel espacial y temporal y, en algunos casos, esta manifestación ha podido observarse incluso dentro de los distintos ámbitos que conforman un mismo yacimiento. A continuación, se va a relacionar el registro cerámico analizado con cada uno de los contextos señalados, explicando las características que definen la cultura material cerámica que compone cada uno de los espacios y los fenómenos con los que ésta puede relacionarse.

Cuadro 85. Clasificación de los Tipos y su categoría tecnofuncional, Producciones y Fábricas según los distintos contextos contemplados.

		CONTEXTO			
		Funerario (TSF)	Ritual (TSF)	Artesanal (TSB)	Hábitat ³⁶⁸ (SM/ CLG)
Tipos		21, 22, 23, 27, 28 (contenedores enterramiento) 4, 6, 12, 14 (ajuar)	16 (procesado sólidos-líquidos) 19 (almacenamiento sólidos) 26 (almacenamiento de líquidos) 1 (servicio)	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 18 (servicio/gestión) 15, 20 (gestión líquido) 19, 21, 22, 24, 27, 30, 33 (gestión/ almacenaje sólidos) 25, 29, 31 (almacenaje líquidos/transporte)	7 (cocina, servicio, gestión) 20 (gestión líquido) 32 (¿cocina?, almacenaje) 31 (Almacenaje)
	Fábricas	2, 3, 4, 7, 8, 16	1, 3	2, 3, 4, 5, 8, 16	1, 3, 6, 7, 12, 13, 15, 16

³⁶⁸ Como suele ser usual los yacimientos de hábitat (Cordero *et al.* 2006), especialmente en los navetiformes (Castro *et al.* 1997; Guerrero *et al.* 2007), la frecuencia de piezas con perfil completo o reconstituible en estos contextos era muy baja. Se detecta un alto grado de fragmentación del material que, probablemente, deba relacionarse con los altos índices de actividad que se desarrollan en estos espacios. Ello determina la escasez de tipos representados aquí.

Producciones	SM-A1 TSF-A TSF-B TSF-D	SM-A1 TSF-D	TSB-A1 TSB-A2 TSB-A3 TSB-B1 TSB-B2 SM-A1 SM-B1	CLG-A1 CLG-B1 CLG-B2 SM-A1 SM-B1
---------------------	----------------------------------	----------------	--	--

28.1. Contexto ritual: turriforme escalonado de *Son Ferrer* (700-550 BC).

Como se señaló anteriormente, se observa cómo hay evidencias de diferentes funcionalidades y actividades dentro de ámbitos que, aunque distintos en términos crono-espaciales y estratigráficos, forman parte de un mismo asentamiento. El turriforme escalonado de *Son Ferrer* presenta este tipo de características por lo que resulta interesante observar qué rasgos tecnológicos presentan las piezas cerámicas que asocian a los distintos ámbitos que componen el yacimiento. A pesar de contar sólo con 17 casos que dispusieran de las seis variables necesarias para incluirlos en el análisis ACP realizado en el capítulo de funcionalidad, las cerámicas muestran una clara disposición a ordenarse diferenciadamente en el primer y segundo componente en base al ámbito del yacimiento con el que se asocian. Ello resulta una evidencia de diferentes estrategias de producción en base al contexto crono-espacial de las piezas. A continuación, en este apartado, se abordarán las piezas asociadas al ámbito ritual del asentamiento (UE-17), que se han situado en la parte alta del gráfico, en la que se ha incluido una pieza del Bronce Naviforme, asociada a la utilización del hipogeo de enterramiento. Posteriormente, se tratarán en otro apartado las piezas asociadas a contextos funerarios que, además pertenecen a otro periodo cronológico.

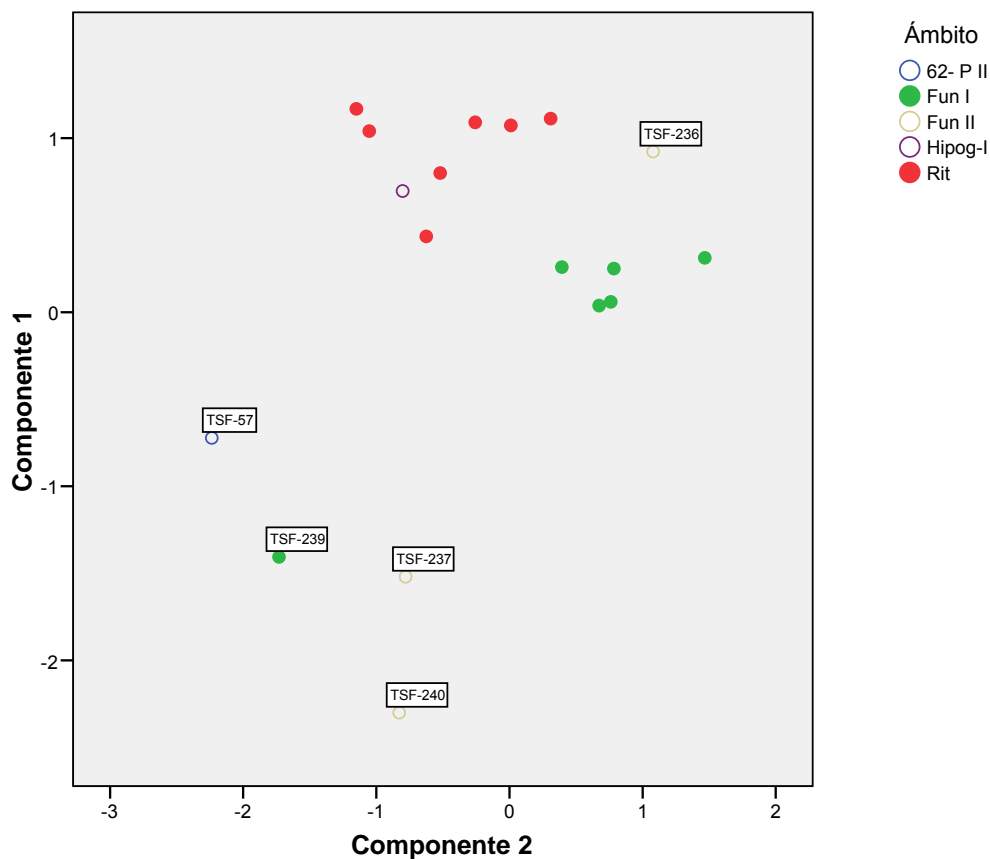


Figura 436. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas en el primer y segundo componente del análisis ACP en función del ámbito del turriforme escalonado de *Son Ferrer* en el que fueron halladas.

En este apartado se hará referencia, entonces, a un ámbito ubicado en la parte alta del turriforme escalonado, muy cerca de la plataforma superior. El acceso a esta zona de actividad desde la parte inferior se realiza a partir de unos bloques en disposición horizontal y escalonada. Las dataciones obtenidas en las diferentes unidades sedimentarias hacen pensar que las actividades desarrolladas se iniciaron en un periodo comprendido entre 1100 y 850 BC, momento en el que se edificó algún tipo de estructura que ha quedado totalmente amortizada e inserta dentro del conjunto talayótico. A pesar de no contar con dataciones radiocarbónicas que remitan a fechas más tardías de uso se puede plantear, en base a los tipos cerámicos documentados, que las actividades en este ámbito del yacimiento se mantuvieron hasta el final del periodo Talayótico (550 BC).

En este sentido, el significado ritual y simbólico del espacio estudiado está bien definido a nivel macro-espacial, meso-espacial y micro-espacial por el patrón de asentamiento, el complejo arquitectónico en el que se inserta y los hallazgos realizados en el ámbito. Este espacio habría comprendido un lugar donde se realizaban rituales, es decir, en el que se desarrollaron una serie de formas de comunicación verbal y no verbal capaces de regular, organizar y coordinar socialmente a las personas participantes y no participantes. Las actividades rituales y ceremoniales implican la potenciación de sentimientos compartidos entre los individuos que participan bien como actores o espectadores, favoreciendo el establecimiento y la perpetuación de una conciencia colectiva y de valores compartidos. De este modo, no puede establecerse la significación de un ritual sin conocer el contexto social en el que éste se inserta (Pfaffenberger 1992; Salas 1999; Dornan 2002).

Como ya se ha señalado, este asentamiento se halla emplazado en el centro de una zona que fue rica en recursos de tipo forestal, agro-ganaderos y marinos, tanto de agua dulce como salada (Esteban *et al.* 1991). El control de esta zona corresponde, durante la Edad del Hierro, al hábitat fortificado del *Puig de Sa Morisca*, situado en *Santa Ponça*. Con la construcción del turriforme de *Son Ferrer*, se plasma el interés de esta comunidad por delimitar de forma efectiva y simbólica su área de captación de recursos. De esta forma los rituales que se llevaron a cabo en *Son Ferrer*, están en conexión directa con el control y la vinculación del territorio por parte de una comunidad con una zona de explotación simbólicamente bien definida.

La configuración del yacimiento permite, desde la zona superior, divisar los amplios terrenos llanos que se extienden entre la zona de *Cala Figuera*, *Magalluf* y *Son Ferrer* hasta el casi *Coll de Sa Batalla*. Desde aquí, también se pudo divisar la costa y el mar. De este modo este yacimiento aparece claramente integrado en las redes visuales estratégico-simbólicas que configuran los distintos yacimientos con la finalidad de definir el territorio. Entre los yacimientos talayóticos con los que conecta visualmente hay que señalar el *Puig de Sa Morisca*, *Barraca de l'Amo*, *Puig de Saragossa*, *Puig de Sa Celleta*, talayot de *Son Miralles*, túmulo de *Son Miralles* y *Ses Rotes* (Calvo *et al.* 2005 y 2009; Calvo 2009).

A nivel arquitectónico, se constata un gran esfuerzo por parte de la comunidad en construir una estructura de alto valor simbólico. Los datos obtenidos durante la excavación, permiten situar el momento de construcción del turriforme escalonado entre el 900 y 800 BC, momento en el que, probablemente, el espacio ritual estuvo en activo y fue integrado en el mismo. El turriforme consiste en una estructura arquitectónica formada por una construcción compacta de bloques de arenisca que se organiza a partir de diferentes muros con relleno entre ellos que le otorgan un aspecto macizo, sólido y de tendencia escalonada. El diámetro medio de la estructura es de 22.3 m y su altura supera los 2 m. El escalonamiento se desarrolla a partir de la construcción de tres anillos concéntricos y una plataforma superior de planta cuadrada de 5.8 x 5.6 m donde, en uno de los laterales, se localiza la rampa escalonada que permite el acceso a la parte superior del conjunto.

Se observa, por tanto, un gran interés, como se ha constatado antes para este periodo, por generar estrategias de cohesión social a través de un modelo fractal que incluye diversos mecanismos que abarcan desde la construcción del espacio a la arquitectura, la cerámica o el patrón funerario, etc. Todas estas manifestaciones se habrían situado a distinta escala dentro del sistema (Bentley y Maschner 2001). En este sentido, el registro cerámico analizado remite también a una estrecha cohesión social y simbólica de los individuos. Por un lado, prácticamente todas las cerámicas estudiadas de este ámbito (excepto TSF-1113 y TSF-1117) se sitúan dentro de la Producción SM-A1 y de la Fábrica 1 (Tabla 22), ello evidencia que toda la producción destinada a este ámbito, a pesar de presentar grandes diferencias morfo-funcionales, se ha realizado con los mismos recursos productivos y una tecnología extremadamente similar.

Como sucede en otros asentamientos rituales o funerarios (Jorge *et al.* 2009), la cerámica pudo ser manufacturada en otro lugar, en este caso parece ser que en el *Puig de Sa Morisca* del que es característica esta producción, y luego transportada al asentamiento. La cerámica de *Son Ferrer* representa, por tanto, un conjunto material que tecnológicamente cohesionan a los individuos que participan del ritual a través del estilo de la cerámica, materializado en la utilización de arcillas del *Comellar de Sa Terra dels Gerrers*, su mezcla con calcita, y en la utilización de la Fábrica 1. A su vez, la utilización de cerámicas con este origen podría evidenciar que se están ensalzando, consciente o inconscientemente, en estos rituales, los nexos y vínculos existentes en el territorio con las poblaciones que habitan en el asentamiento de *Puig de Sa Morisca*.

En este sentido, las cerámicas utilizadas en ceremonias religiosas con un alta carga simbólica tienden a seguir una estrategia muy conservadora (Rice 1987) y, como se ha visto, la tecnología de las piezas sigue rígidamente ciertas tradiciones cerámicas ancestrales. En este ámbito se produce, entonces, una estrategia de exhibición del registro cerámico, donde se está comunicando al resto de la comunidad como deben ser las cerámicas que les definen e identifican culturalmente.

Por otro lado, estrechamente relacionado con lo observado a nivel espacial, la utilización casi exclusiva de esta producción remite a que, al menos algunos individuos que fabricaron, participaron de las actividades y, probablemente, gestionaron estos artefactos, provenían del área del *Puig de Sa Morisca*. Recordemos, además, que éste puede considerarse como el asentamiento central dentro del territorio, estando estrechamente conectado visualmente con la periferia. Ello podría evidenciar que ciertos individuos de este yacimiento habrían controlado o gestionado el desarrollo de las actividades rituales y la posición de los distintos actores dentro de la liturgia. Finalmente, la presencia de un conjunto cerámico, tan homogéneo en sus rasgos tecnológicos, destinado a actividades rituales supone la materialización simbólica de la cohesión social que se pretende con estos rituales y, en definitiva, con los mecanismos situados a otros niveles del sistema ya citados anteriormente.

A nivel morfo-funcional el registro cerámico hallado en este ámbito se compone de unas pocas piezas que representan una amplia diversidad tipológica, que debe relacionarse con las necesidades propias del ritual. Nos referimos a un complejo artefactual dedicado al almacenaje, a la preparación y al servicio de los productos que van a utilizarse en el ritual, aspecto en el que se observa una clara sincronización entre los distintos artefactos cerámicos.

En estrecha conexión estratigráfica se constatan grandes contenedores de líquidos junto a piezas medianas/grandes más abiertas que permiten manipular e incluso calentar o hervir los contenidos y, finalmente, cerámica ritual de servicio, como la copa crestada TSF-1122, para ingerir los productos preparados o realizar libaciones. La funcionalidad de las piezas se relacionaría, por tanto, con un ámbito ritual en el que las cerámicas tendrían una función de gestión de líquidos y, tal vez, semilíquidos o sólidos, y habrían sido localizadas en posición primaria.

Respecto a la correlación existente entre la profundidad de la pieza y el grado de abertura de la boca se aprecian unas piezas abiertas poco profundas y otras cerradas y muy profundas. Esta variabilidad formal debe asociarse con las diversas necesidades de preparación de productos.

En lo que se refiere a la función de las piezas se debe señalar que los análisis polínicos efectuados sobre la unidad sedimentaria UE-17 han revelado la manipulación en el ámbito de diversas plantas opiáceas, predominando claramente especies como *Ephedra Fragilis*, cuyo principio activo provoca euforia, claridad y supresión del cansancio (Guerrero *et al.* 2007c). Tal vez, el registro cerámico analizado y hallado en este espacio pueda relacionarse, por tanto, con la gestión, la preparación y el consumo de esta droga, así como de otros productos relacionados con la parafernalia ritual. En todo caso, los rasgos de las cerámicas, con una tecnología y ciertas tipologías características de tipos de uso cotidiano, muy parecidas en las pastas a las observadas en asentamientos de hábitat talayóticos como *Puig de Sa Morisca* (Cuadro), *Son Fornés*, *Puig Morter* o *Son Ferrandell*, evidencian el uso de una misma tecnología, aunque con significaciones diferentes, según los ámbitos de uso.

En definitiva, todo sugiere que en el ámbito ritual de *Son Ferrer* se realizaría el procesado y el consumo de productos con fines litúrgicos, aunque éstos podrían haberse traído también ya parcialmente procesados desde el poblado. En toda esta parafernalia, las cerámicas habrían sido, por su fuerte carácter visual, un soporte capital para la transmisión de significados e ideas entre los individuos de la comunidad, reforzando lazos de unión en el grupo. En esta línea, se debe incidir en que determinados aspectos, como la homogeneización estética y formal de las vasijas, así como la distribución de las piezas en diferentes tamaños, formas y funciones, no habría pasado desapercibida a los participantes de las actividades realizadas en el yacimiento.

Cuadro 86. Estadísticos descriptivos para piezas talayóticas en función del contexto.

Ámbito		% Vegetal	% CaO	% Mineral	% Fe ₂ O ₃	% Calcita	% Cuarzo	% Desg
Ritual	N	7	7	7	7	7	7	7
	Mínimo	,0	30,08	7,2	3,80	65,4	2,2	8,4
	Máximo	7,6	45,23	21,7	7,66	84,0	9,1	22,3
	Media	1,64	37,44	13,85	4,83	74,58	6,30	15,50
	Desv. típ.	2,71	4,96	5,47	1,31	8,01	2,73	5,72
Torre I	N	1	1	1	1	1	1	1
		,0	34,04	8,3	5,96	72,1	6,5	8,3
Torre III	N	1	1	1	1	1	1	1
		,0	38,58	15,5	6,42	89,3	2,4	15,5

28.2. Contexto funerario: turriforme escalonado de *Son Ferrer* (500-50 BC).

Este es el único asentamiento funerario de época postalayótica constado en la zona de *Santa Ponça*. Como ya se señaló, aproximadamente hacia el siglo V BC, el turriforme escalonado pierde su función ritual y pasa a convertirse en una necrópolis. Durante esta fase funeraria, se han documentado, además, una serie de modificaciones en la estructura del turriforme, como la eliminación del relleno de algunos segmentos de la vertiente este del anillo inferior, con el objetivo de acondicionar los diferentes espacios a la nueva funcionalidad.

La primera fase de ocupación postalayótica (c. 500-250 BC) se caracteriza por la reutilización funeraria del hipogeo de la Edad del Bronce para realizar inhumaciones, tanto de individuos adultos como infantiles, aunque éstos últimos son mayoritarios, asociándose normalmente a urnas cerámicas de enterramiento. Todo el material de esta fase apareció en posición secundaria y con señales de haber sufrido remociones importantes. Sellando la entrada de la cueva, se localizó una zona en la que las inhumaciones parecían estar en posición primaria. Inhumaciones infantiles en urnas cerámicas han sido documentadas en otros yacimientos de la isla, utilizados como necrópolis durante el Postalayótico, como *Cas Santamarier*, *Son Boronat* o *Marina Gran* (Rosselló 1963; Guerrero 1979; Rosselló y Guerrero 1983; Garcias y Gloaguen 2003).

La segunda fase la componen el corredor de acceso y el pozo de entrada a la cueva, que habrían funcionado simultáneamente y cuyos materiales se ubican cronológicamente entre el 200-50 BC. La excavación permitió documentar que estos dos espacios estaban bien delimitados mediante un gran bloque de arenisca dispuesto de forma transversal. En el primer espacio, se documentó una gran concentración cerámica que se ha asociado a algún tipo de ritual similar a un ágape funerario. Por otra parte la dispersión de los fragmentos de las piezas hace pensar que la rampa de acceso también se trataría de un basurero en el que se filtraban materiales procedentes de las diferentes limpiezas que se realizaron en la cueva de enterramiento. En el segundo ámbito, se hallaron diferentes enterramientos de perinatales depositados en contenedores funerarios de arenisca, cerámica a mano y reutilizando ánforas ebusitanas con el cuello seccionado, probablemente, para favorecer la introducción de los individuos en el recipiente.

El patrón de enterramiento documentado consistía en la limpieza y la remoción periódica de los materiales depositados en el pozo y la cueva, previa a la deposición de nuevos cuerpos, por lo que, las piezas halladas en posición primaria fueron prácticamente nulas. La funcionalidad de las cerámicas estaría relacionada con contenedores funerarios y con vasijas de menor tamaño usadas como objetos de gestión de productos, probablemente vinculados a algún tipo de ritual funerario. También en esta unidad se ha podido documentar, mediante análisis polínicos, la presencia importante de *Ephedra Fragilis* (Servera en Calvo *et al.* e. p.).

Independientemente de las dos sub-fases que dividen cronológicamente el ámbito se debe considerar que el espacio funerario asociado a la reutilización del hipogeo de *Son Ferrer* (UE 9, 101 y 62) evidencia una misma dinámica a lo largo de este periodo. Supone un espacio altamente simbólico en el que se depositan urnas de enterramiento junto con otros materiales cerámicos, tal vez vasijas rituales o ajuares, que debieron contener productos de diverso tipo. Sin embargo, estos dos espacios, pozo y cueva, podrían haber presentado distintas estrategias, en lo que se refiere a la visualización del registro se refiere, que se comentarán a lo largo del discurso.

Las piezas localizada en este ámbito funerario tienen un bruñido intenso de la superficie (García Rosselló 2010), mientras, como se ha visto, las pastas son altamente variables en lo que se refiere a las Producciones y las Fábricas utilizadas (Tabla 22), resultando además tecnológicamente precarias³⁶⁹, incluso en aquellas piezas que no son contenedores de individuos. En nuestra opinión, pueden plantearse varias interpretaciones no excluyentes relacionadas con el tipo de asentamiento, su significación y las actividades realizadas que explicarían los rasgos del registro analizado:

a) Funcionalidad y vida de uso de las cerámicas.

Como se ha reiterado en distintas ocasiones, uno de los parámetros que pueden condicionar más profundamente la forma según la que los alfareros fabrican los artefactos es la función que van a tener los mismos, así como la vida de uso que van a tener las piezas. Este aspecto remite, en nuestro caso, hacia piezas, urnas de enterramiento, que van a tener un uso social de corta duración y sólo a corto plazo. Las vasijas, una vez fabricadas y depositadas, no van a utilizarse más. El escaso uso social de las piezas una vez depositadas parece, además, evidenciarse por el patrón de enterramiento, la integridad de cada una de las piezas suele verse profundamente alterada por futuros enterramientos que exigen de la limpieza y remoción de materiales que habían sido previamente depositados. En este sentido, se puede asegurar que, una vez depositadas, las piezas nunca más volverán a ser utilizadas, amortizadas o visualizadas en su integridad.

Algunos autores (Matson 1989) han propuesto que el uso de cerámicas con significado simbólico en contextos de enterramiento debe relacionarse con un mecanismo de reducción de costes en el ritual funerario. Por este motivo, a menudo, en cerámicas realizadas *ex profeso* para uso funerario, se ahorra energía en la preparación de la pasta y ésta se destina al tratamiento de la superficie³⁷⁰ y a la fabricación de determinadas tipologías y formas.

³⁶⁹ Estos mismos rasgos se han podido documentar en urnas de enterramiento etruscas, confeccionadas con pastas poco tratadas, de grano heterogéneo, paredes gruesas y cocción imperfecta (Morales 2005).

³⁷⁰ Esta conducta se ha observado en algunos registros funerarios argáricos, en los que se pudo documentar la adscripción de piezas realizadas *ex profeso* a pastas de baja calidad pero, sin embargo, visualmente más cuidadas. Este tipo de vasijas estaban en relación con las tumbas con más ajuar metálico (Contreras *et al.* 1988).

Esta estrategia resulta más beneficiosa si se pretende favorecer una exaltación visual de la pieza, lo que puede enfatizar aspectos relacionados con el prestigio, el estatus y la exclusividad de los individuos inhumados (Contreras *et al.* 1988).

En nuestro caso, no se observan piezas de factura muy cuidada, a menudo éstas presentan defectos en las pastas, en las cochuras y en las formas, donde destacan los perfiles asimétricos. Todo indica que, en este caso, las cerámicas no están preferentemente entroncadas con un proceso de exhibición, que habría resultado de una duración muy breve, sino más bien de ocultación, una vez depositadas la vasijas éstas habrían resultado poco visibles para el resto de la comunidad. Como sucede en el caso argárico comentado, este aspecto puede condicionar la durabilidad y la calidad de las pastas.

En este sentido, se observa un ahorro del esfuerzo en la confección de las pastas de las piezas funerarias, aspecto que contrasta con lo que se ha podido observar en yacimientos de hábitat, como en los niveles del s. IV BC del *Puig de Sa Morisca*. En éstos últimos la cerámica se utiliza, presumiblemente, en repetidas ocasiones, en actividades cotidianas y ésta tiene una mayor vida de uso. Esta diferencia funcional entre los distintos contextos aparece claramente plasmada en los rasgos de las cerámicas y las cualidades de las fábricas obtenidas en ambos asentamientos. Estas diferencias se basan en el tipo de desgrasante preferencial utilizado, si bien las desviaciones típicas observadas para las variables relacionadas son muy similares y nos remiten a la variabilidad en el registro ya señalada para el Postalayótico I.

Por un lado, se pueden constatar diferencias en la cantidad de materia orgánica y de desgrasante mineral de origen calcáreo presente en las pastas dependiendo del registro de cada asentamiento (Cuadro). Las muestras de la Torre I de *Puig de Sa Morisca*, datadas del siglo IV BC, suelen presentar una cantidad inferior de materia orgánica (media 4%), que decrece a medida que se añade más calcita a las pastas. El desgrasante mineral se muestra más evidente en estas pastas (11%), lo que se traduce en unas concentraciones mayores de CaO (37.5%). Esta misma apreciación se deriva si se considera el registro analizado procedente de niveles postalayóticos de *Son Fornés*, en los que las pastas ricas en calcita también están bien representadas (Palomar 2005 y 2009).

En cambio, las piezas, la mayoría de la Fábrica 3, observadas en la primera fase de enterramientos del turriforme de *Son Ferrer* (500-250 BC) presentan medias más altas de materia orgánica (11%) y menores de CaO (25%) y desgrasante mineral (6%). Se observa, por tanto, en las piezas de esta fábrica de *Son Ferrer* cierta preferencia por sustituir una parte del desgrasante mineral, observado preferentemente en los contextos de hábitat, por otro de tipo orgánico. Ello determina la preponderancia de texturas principalmente tipo GT-C3 y C2 en todas las piezas analizadas mediante análisis de imagen. Este grupo textural se caracteriza por presentar una menor cantidad de desgrasante mineral, siendo además de tamaño medio/fino (<800 µm). Esta estrategia diferencial en la preparación de pastas destinadas a distintos contextos se traduce en la durabilidad del objeto, resultando como se ha visto en capítulos anteriores, menos durables las pastas con vegetal aunque más ligeras. En todo caso, en lo que a cantidad total de desgrasante se refiere son las de ámbito funerario las que destacan por presentar una mayor cantidad de anti-plásticos.

La mayor pervivencia de soluciones tecnológicas ligadas a tradiciones cerámicas de épocas anteriores en contextos de hábitat y, en cambio, la observación de una alteración más sustancial de las tradiciones tecnológicas y los productos cerámicos obtenidos en contextos funerarios, resulta un fenómeno interesante. Tanto las estrategias funerarias constatadas en *Son Ferrer*, como la producción de estas cerámicas de enterramiento resultan, en muchos aspectos, novedosos en lo que a la materialidad de este periodo se refiere, sugiriendo cierta conexión entre ambos fenómenos.

No es casualidad que la presencia de enterramientos infantiles coincida en el tiempo y en el espacio con un nuevo tipo de producto y de estrategia productiva en el seno de la producción de cerámica local. Probablemente, ambos procesos van de la mano y se potencien el uno al otro a la hora de favorecer y explicar la desestructuración que experimentan las estructuras sociales propias de época Talayótica. En este sentido, se puede plantear la hipótesis de que la desestructuración de las formas de organización de la producción cerámica desde inicios de época Postalayótica tuvo una de sus primeras manifestaciones en la fabricación de vasijas funerarias.

Cuadro 87. Estadísticos descriptivos para piezas del Postalayótico I en función del contexto.

Ámbito		% Vegetal	% CaO	% Mineral	% Fe ₂ O ₃	% calcita	% cuarzo	% desg
Funerario	N	7	13	7	13	6	6	7
	Mínimo	5,0	7,88	1,3	3,06	7,8	3,6	8,3
	Máximo	14,8	41,18	13,1	9,78	80,0	22,6	24,4
	Media	11,08	25,75	6,17	6,40	63,21	8,36	17,25
	Desv. típ.	3,03	9,45	3,69	2,19	27,77	7,05	5,23
Torre I	N	32	35	33	34	29	29	32
	Mínimo	,0	17,52	2,0	3,32	35,8	,3	6,7
	Máximo	10,2	53,65	23,7	7,25	95,1	16,0	26,0
	Media	4,09	37,48	11,01	4,96	68,03	7,03	15,24
	Desv. típ.	2,58	8,37	6,61	1,08	17,82	4,16	5,91

En lo que respecta a las cerámicas asociadas a la última fase de enterramientos (250-50 BC), se observa cómo los rasgos de la producción de cerámica funeraria se mantienen y acrecientan. Se aprecia una menor cantidad de calcita y un descenso del CaO, así como un aumento de la desviación típica en estas variables, característica de un aumento de la variabilidad. Este descenso del CaO no se traduce en una disminución del desgrasante mineral debido al incremento de cuarzo en algunas pastas, probablemente en forma de arenas.

Desgraciadamente, no disponemos de análisis de pastas de ningún yacimiento de hábitat que pueda adscribirse al Postalayótico Final, el único contexto que estamos en disposición de comparar es el *Turó de les Abelles*, al parecer asociado a actividades artesanales o manufactureras. Estas piezas también se pueden comparar con las escasas piezas procedentes de otros ámbitos no estrictamente funerarios del turriforme escalonado de Son Ferrer, como la UE-62 y la UE-44 (Cuadro). Éstos muestran, a grandes rasgos, un registro cerámico con unas características muy similares a las observadas en las vasijas de contextos funerarios (Cuadro) que rompe la tendencia muy calcárea observada anteriormente en *Puig de Sa Morisca*. Se puede señalar entonces que, en esta fase, este tipo de pastas cerámicas se constatan también en contextos y estaciones que no son funerarias, aunque las cerámicas funerarias siguen presentando una mayor cantidad de materia vegetal en las pastas.

Ello podría indicar que, en este periodo, la desestructuración de las estrategias de producción cerámica de la I Edad del Hierro es completa, independientemente del contexto funcional en el que se desarrolle o al que se destine la producción. Tal vez, se produce un cambio generalizado en la calidad de las cerámicas, independientemente del espacio en el que se utilicen y depositen las vasijas. Queda entonces comprobar, en futuros trabajos, si durante esta fase, este tipo de pastas resultan también en asentamientos de hábitat, como parece evidenciar la pasta de la única pieza de *Puig de Sa Morisca* analizada procedente de contextos del siglo II BC (Tabla 1).

Cuadro 88. Medias para distintas variables asociadas a la adición de desgrasantes en distintos ámbitos del Postalayótico I y II.

Ámbito		% Vegetal	% CaO	% Mineral	% Cuarzo	% Desgrasante
Ágape funerario (TSF) (UE-62)	N	4	8	4	5	4
	Mínimo	,0	3,21	2,3	9,5	7,3
	Máximo	6,0	36,62	11,8	20,1	11,8
	Media	3,82	22,05	5,47	14,90	9,30
	Desv. típ.	2,64	11,66	4,39	4,91	1,88
UE-44 (TSF)	N	2		2	2	2
	Mínimo	3,5	-	,8	8,3	11,2
	Máximo	10,4	-	12,8	21,2	16,3
	Media	6,95	-	6,80	14,75	13,75
	Desv. típ.	4,87	-	8,48	9,12	3,60
Funerario (TSF) (250-50 BC)	N	14	13	14	4	14
	Mínimo	5,6	3,25	1,7	1,0	8,8
	Máximo	19,3	39,43	12,5	29,6	29,8
	Media	11,04	19,85	6,31	16,60	17,35
	Desv. típ.	4,69	13,15	4,27	12,33	5,99
Artesanal (TSB) (200-50 BC)	N	37	43	37	44	37
	Mínimo	,0	2,17	,5	,5	,5
	Máximo	21,1	66,54	16,7	27,3	22,2
	Media	8,30	18,46	4,40	11,05	12,70
	Desv. típ.	4,78	12,11	3,52	6,12	4,47
Hábitat (SM)	N	1	1	1	1	1
	Mínimo	6,4	3,62	3,1	24,7	9,5

Es precisamente este carácter poco mineral y muy vegetal de muchas de las pastas funerarias, en combinación con una cocción rápida, el que determina además que se hayan documentado deformaciones de la forma original en varias vasijas que presentan el perfil completo (García Rosselló 2010), por ejemplo en TSF-237 y TSF-353. Estas deformaciones, consistentes en el torcimiento del cuerpo sobre la base, que se ha hundido hacia adentro, coinciden con piezas desgrasadas con abundante materia vegetal (10-18%) y que presentaban paredes delgadas. Por otra parte, en las piezas de esta función se observa un tratamiento final de la superficie cuidado, a base de bruñidos y, en algunas piezas, de engobes (García Rosselló 2010). Estas acciones cierran los poros originados por el desgrasante vegetal, a la vez que resaltan el valor estético de la pieza.

Ello contrasta con las características texturales de la pasta, estas vasijas funerarias tienen las características básicas para ser modeladas y soportar, sin roturas, un mínimo proceso de cocción y uso, pero no son técnicamente óptimas para ser sometidas a contacto directo y repetido con fuego o a un uso continuado, cotidiano y prolongado. Dados los motivos expuestos, y el escaso grado de estandarización de muchas variables de la producción de este tipo de piezas, se puede afirmar que las piezas de este ámbito fueron concebidas para una funcionalidad muy concreta, contenedores y ajuares funerarios de un sólo uso.

b) Alta variabilidad y un alto número de productores poco especializados.

Ya se ha señalado que la amplia dispersión observada en las Producciones y las Fábricas colabora, en este caso, en aumentar la variabilidad en las pastas, algo que, como se ha visto en el análisis morfométrico, pudo influir también en la variabilidad tipológica de los artefactos y que se constata también en las técnicas utilizadas para modelar las piezas (García Rosselló 2010). En nuestra opinión, estos rasgos del registro denotan que, durante el Postalayótico y especialmente en relación a los artefactos depositados en *Son Ferrer*, se observa un alto número de artesanos que estarían utilizando depósitos de arcilla particulares y métodos de preparación de pastas, así como otras técnicas, diferentes. La alta variabilidad observada en las pastas evidencia una producción de cerámica poco especializada, con un alto número de productores y apropiada técnicamente para la función que debe desempeñar.

Se puede decir que se asiste a una producción más anárquica, realizada por un número alto de individuos poco especializados y mal organizados entre sí. Ello puede corresponderse, en función de los rasgos espaciales observados para el yacimiento, con el rol que tiene este contexto como lugar que centraliza a las comunidades del territorio en el ámbito funerario, aspecto activo también a partir el patrón de deposición de la cerámica. En relación a lo señalado etnográficamente por Arnold (2000), se puede sugerir que la variabilidad constatada en la cerámica podría relacionarse con un patrón espacial disperso, en el que diversas unidades productivas habrían depositado su cerámica en un único yacimiento que posee unas connotaciones simbólicas muy bien definidas.

Ya se ha señalado anteriormente que, en este momento, se produce la proliferación de nuevos yacimientos en los que se observa la presencia de cerámica a mano en la zona de *Santa Ponça*, especialmente en los alrededores del *Puig de Sa Morisca*. En estos yacimientos se podrían haber fabricado cerámicas que, posteriormente, se habrían depositado en el turriforme. Ello podría indicar que, en ocasiones, cuando un individuo infantil moría en uno de los asentamientos del hinterland, se fabricaban las cerámicas correspondientes, tal vez en el periodo de tiempo más corto posible.

Esta estrategia, además de abaratar los costes materiales y la mano de obra, posibilita enterrar al cadáver antes de su descomposición. Todo ello supone que no se destina mucho tiempo en la selección de determinadas materias primas y el procesado de las pastas, simplemente para mejorar el proceso de fabricación y obtener un producto apto utilizan materia vegetal para desgrasar la pasta y, en unos pocos casos, donde las cerámicas son de mayor tamaño, también calcita. Tampoco se destina demasiado esfuerzo en el mezclado de los componentes de las pastas ya que éstas se muestran poco homogeneizadas, aspecto que denota una mala preparación, rápida y poco elaborada. Precisamente, las cerámicas que presentan estas características: materias primas poco depuradas y tratadas, pastas mal mezcladas, juntas de los rulos mal selladas, cocciones poco uniformes, deformaciones de la forma y falta de simetría, poco consenso tipológico, y polifuncionalidad de las vasijas, son típicas de alfareras actuales con un perfil poco especializado (Vidal 2008).

En todo caso, una disminución en los costes de producción habría podido incrementar la variabilidad de los rasgos de las cerámicas. A pesar de todo, la pérdida de calidad y homogeneidad constatada en las piezas, especialmente respecto a lo observado en yacimientos de hábitat, podría no haber comportado una reducción del valor social y simbólico de las piezas. En este caso, independientemente de la mala calidad de los recipientes, el contexto de deposición es altamente sugestivo para otorgar cierto significado simbólico a las vasijas, así como a su contenido. La deposición de las cerámicas en un espacio ritual y funerario habría implicado la reinterpretación de los materiales y las técnicas utilizadas en el proceso de fabricación así como el valor de uso de las vasijas. Como sucede en otros casos (Contreras *et al.* 1988), estas piezas, a pesar de presentar escasa calidad de factura, habrían visto aumentado su significado simbólico relacionándose de forma muy activa con el contexto en el que fueron utilizadas y depositadas (Barley 1994: 66-73; Koriakova 2006).

c) Aproximación simbólica de los contenedores de cerámica funeraria.

Ya se ha señalado que uno de los rasgos que caracterizan la producción cerámica durante el Postaláyótico, especialmente en lo que se refiere a la cerámica funeraria, es una alta variabilidad ligada a un alto número de unidades productivas y de individuos que producen este tipo de artefactos probablemente en el ámbito doméstico. En casos en los que el objeto es creado por aquel que lo utilizará su producción es, usualmente única, ya sea hecha exclusivamente por el usuario o en colaboración con algunos individuos de su grupo. En estas situaciones, el objeto puede cobrar un sentido de unicidad y, a menudo, estos elementos tan personales mueren con los individuos como es el caso de los esquimales o la tribu Bana en Camerún (Pfaffenberger 1992; Carreras y Nadal 2003).

Como señalan estos autores, debemos considerar que, además de una cultura material común a todo un grupo, existe paralelamente la selección de ciertos objetos que hace cada persona por qué los considera importantes para él o para su situación social. Éstos pueden tener un significado personal o extendido a un grupo reducido, se trata de objetos biográficos, que se explican a partir de las claves que las mismas personas definen.

La importancia de la selección de los objetos que realiza cada individuo radica en que éstos constituyen un lenguaje no verbal sobre aspiraciones, experiencias y emociones que el individuo nunca acostumbra a expresar con palabras. En este sentido, con el objetivo de completar la visión economicista presentada, no debe descartarse tampoco una interpretación más simbólica, y basada en ejemplos etnográficos, para explicar la alta variabilidad observada en las Fábricas y las Producciones vinculadas a esta funcionalidad funeraria.

En este sentido, la etnografía proporciona un marco con el que enriquecer nuestras interpretaciones sobre la prehistoria permitiendo abarcar la complejidad multicultural, superando concepciones etnocentristas desde las que los investigadores occidentales suelen aproximarse al registro material de las sociedades pasadas, y así considerar otras vías interpretativas. Se hace necesaria, por tanto, una visión crítica y reflexiva a la hora de valorar el estudio de *espacios simbólicos* que poco tienen que ver con nuestros valores y esquemas de racionalidad.

Por otro lado, no se deben considerar este tipo de aproximaciones en términos de analogías etnográficas relacionadas con prácticas culturales prehistóricas completamente desaparecidas, ya que las distintas realidades etnográficas no tienen porque ilustrar la racionalidad de las comunidades prehistóricas que se están analizando. Sin embargo, esta posición puede ayudar a tomar una postura crítica a la hora de estudiar una comunidad con un esquema de racionalidad distinto al nuestro, ya que nos enfrenta directamente con la existencia de múltiples conceptualizaciones de la realidad (Hodder 1991; Hernando 1995; González Ruibal 2003; García Rosselló 2008).

De este modo, existe en muchas culturas una clara asociación entre la arcilla, las cerámicas y los individuos. De hecho este material cumple un papel esencial en multitud de mitos creacionistas en sociedades tribales de África, en los que la arcilla acaba dando lugar a la forma humana. En este sentido, se va a realizar un acercamiento a varios casos etnográficos considerando la relación simbólica que se produce entre la cultura material cerámica y los individuos en términos de vida/muerte, aspectos que van estrechamente ligados a contextos funerarios (Barley 1994; Gosselain 1994; Gosselain y Livingstone-Smith 2005; Livingstone-Smith 2007), como el que se está analizando.

De esta manera, está documentado entre la tribu *Ndembu* (Zambia) como la mujer adquiere el papel simbólico de receptáculo o vasija mientras el hombre aporta el espíritu al neonato. También existe una clara vinculación, en sociedades como la *Gurensi* (Ghana), entre determinados elementos de la cultura material, como casas, vasijas o cuevas, como diferentes tipos de contenedores asociados a la tierra, éstas son, por tanto, formas que propician la reencarnación de los individuos tras la muerte y que suelen utilizarse para efectuar enterramientos. En estos casos, como en la tribu *Konso* (Etiopía), las cerámicas suelen aparecer estrechamente relacionadas con la figura de la mujer, son concebidas como símbolo de fertilidad femenina en relación a la tierra (Barley 1994: 51-57).

En sociedades preindustriales puede existir una clara relación simbólica entre la cerámica y las personas, ya que ambas se conceptualizan como un cuerpo que tras nacer se va enfriando progresivamente hasta llegar a la muerte. De este modo, en la tribu *Bamessing* (Camerún) la cerámica está estrechamente relacionada con el ciclo de la vida (nacimiento, edad adulta y muerte) y un ciclo anual según el que se organizan temporalmente los eventos importantes, como los ritos de paso (Barley 1994: 88-89).

La cerámica es semánticamente activa y puede reinterpretarse en función de nuevos usos que aumentan su valor simbólico. Por ejemplo, en *Sirak* (Camerún), las cerámicas que se usan para cocinar son las que luego albergan las placentas de las hembras recién nacidas que han fallecido. En cambio, las placentas de neonatos masculinos que han perecido se entierran en las cerámicas que los hombres utilizan para cocinar carne, además, se rompe otra cerámica igual y un plato de servicio masculino sobre la tumba, los fragmentos se dejan junto a otras ofrendas. En estos casos, las ofrendas de alimentos y bebidas se realizan para establecer una conexión entre las deidades y los participantes (Barley 1994: 88-89, 120).

Finalmente, hay que señalar que la cerámica en sí misma y las distintas partes que la componen: labio, boca, cuello, panza, pié, etc. constituyen un excelente ítem para representar una imagen del propio cuerpo humano. No sólo existe esta conexión con el producto final, sino también con el proceso de fabricación ya que, de modo semejante a la creación de vida, las arcillas deben dotarse de agua, forma y calor para terminar proporcionando un objeto útil a la sociedad. La cerámica se utiliza, entonces, también para explicar y conceptualizar este proceso de creación y vida en su conjunto. Por otro lado, la utilización de contenedores cerámicos tiene la virtud de demarcar las diferencias entre lo interno/contenido y lo externo/contenedor (Barley 1994: 92, 105).

En este tipo de sociedades puede existir una clara asociación entre el ser humano y las cerámicas como contenedores de fuerzas. Por ejemplo, en algunas regiones de África, se considera que una mujer no puede quedarse embarazada hasta que un espíritu entra en una cerámica de morfología abombada. Así pues, como se observa en estos ejemplos, pueden establecerse una serie de complejas relaciones de agencia entre el conjunto cerámico y otros objetos, en este caso las propias personas. En muchas ocasiones, la muerte implica la puesta de cerámicas fuera de circulación mientras que una boda implica la fabricación de cerámicas y, al mismo tiempo, la creación de nuevos individuos en la sociedad. Este extendido uso ritual de los objetos se relaciona con la transmisión del conocimiento vinculado con los valores morales a aquellos individuos jóvenes (Barley 1994: 92, 105).

Más relacionado con el contexto de enterramientos infantiles en urna que nos atañe, N. Barley (1994: 111) observa etnográficamente como en algunas sociedades se conceptualiza simbólicamente a los niños prematuros o los neonatos fallecidos como piezas cerámicas que no se han cocido completamente o adecuadamente. En el primer caso, los niños se depositan en una cerámica que se deja expuesta al sol. En el segundo, los individuos infantiles fallecidos se colocan deliberadamente en una vasija rota, con cenizas, que se deposita en un lugar húmedo.

En este sentido, en función de lo observado etnográficamente, resulta plausible plantear este tipo de significaciones para el caso de los enterramientos infantiles en urnas de cerámica que se documentan en los últimos siglos de la prehistoria mallorquina, en yacimientos como el turriforme escalonado de *Son Ferrer*, *Son Boronat* o *Cas Santamarier*.

De este modo, la realización de este tipo de cerámica tan especial, pudo ser desarrollada por personas muy próximas a los individuos, tal vez por las propias madres, y en relativa descoordinación en el tiempo y el espacio, con otras unidades productivas domésticas. A este aspecto podría remitirnos también la presencia de diferentes elementos plástico-decorativos consistentes, básicamente, en bandas plásticas o elementos circulares con mamelón central. Éstos son motivos que aparecen diferencialmente en las cerámicas, y que podrían relacionarse con firmas de alfarero, tal vez vinculadas a linajes o grupos determinados.

En lo que se refiere a las pastas presentan una escasa durabilidad, aspecto que también se relaciona con la fragilidad del individuo infantil que se está enterrando. Por otro lado, señalar que las urnas son cerámicas abombadas que no constituyen formas muy elaboradas, y la variabilidad y los defectos de su ejecución permiten señalar que no fueron fabricadas por especialistas, sino por personas con escasa formación o sin mucho interés en realizar una producción relativamente estandarizada más allá de la forma primaria. En este sentido, “*La idea de urna es una forma muy sencilla y aunque la obertura de la boca, el abombamiento del cuerpo o la prolongación del cuello varíen, a grandes rasgos se trata de una forma muy común*” (García Rosselló y Quintana 2003: 291).

Tras estas apreciaciones acerca de la funcionalidad, la variabilidad, las cualidades y la simbología de las cerámicas funerarias, pensamos que, al parecer, el contexto de deposición pudo influir enormemente en sus modos de fabricación. La escasa durabilidad de estas vasijas y los rasgos de las pastas evidencian que las piezas del turriforme escalonado de *Son Ferrer* se relacionan, principalmente, con urnas y otras cerámicas funerarias que, al parecer, fueron a menudo realizadas *exprofeso* para la ocasión. Son piezas que, por tanto, van a tener una vida uso poco prolongada en el tiempo, y cuya función no se relaciona con la gestión de alimentos. En cambio, las piezas del *Puig de Sa Morisca* se vinculan con un yacimiento en el que sí se produce la gestión de alimentos, los rasgos de las cerámicas del mismo están centrados en el cocinado, almacenamiento, servicio y transporte de alimentos. En este sentido, la función de las cerámicas podría haber provocado la búsqueda, por parte del alfarero, de determinadas cualidades en el producto según las necesidades que éste debe satisfacer.

La mayor cantidad de materia orgánica que poseen estas piezas influye en una mayor porosidad de la pieza, lo que a su vez, interviene negativamente en ciertas cualidades del producto final, en variables como la resistencia a la abrasión, al impacto o a las heladas, la efectividad calorífica, la durabilidad, etc. Se puede señalar, por tanto, que las piezas de *Son Ferrer* estarían peor diseñadas para realizar de forma repetitiva actividades cotidianas propias de la vida diaria de los individuos. Pensamos que, en el caso de la cerámica utilitaria, las vasijas tienen un importante componente funcional y social, mientras, en el caso de *Son Ferrer*, éstas podrían tener una significación más simbólica. De todos modos, hay que ser conscientes que este tipo de optimización de la producción no sucede en todas las sociedades. A menudo, se interpreta este tipo de cerámicas de escasa calidad como poco funcionales, sin embargo, se documenta etnográficamente en la región de Benishangul-Gumuz (Etiopía), como sólo se emplea desgrasante orgánico en pastas de cerámicas que luego tendrán un importante sentido utilitario (González Ruibal 2005). De este modo, se observan en el *Turó de les Abelles* pastas de este tipo en un contexto no funerario ligado a la gestión de alimentos.

Finalmente, resulta interesante remarcar algunos aspectos relacionados con la asociación contextual de este tipo de artefactos con otros materiales, como la presencia de contenedores funerarios que no son de cerámica a mano (Garcias y Gloaguen 2003). En este sentido, se puede señalar que el coste de otros contenedores funerarios como las ánforas o las urnas de marés evidencia distintas estrategias sociales.

De este modo, existen algunos individuos que no utilizan la cerámica a mano local para el enterramiento de sus neonatos difuntos. Cada uno de estos contenedores puede relacionarse con fenómenos diferentes, por un lado, a individuos que por no ser alfareros o al no poder proveerse de piezas cerámicas a mano habrían utilizado otros soportes para manifestarse. Por otro lado, podría tratarse de otros individuos que, conscientemente, prefieren utilizar otros soportes diferenciándose explícitamente de aquellos otros que realizan enterramientos en urnas cerámicas confeccionadas a mano. Este aspecto resulta interesante ya que, a menudo, el esfuerzo invertido en la construcción del contenedor funerario puede relacionarse con la posición social del individuo (Carreras y Nadal 2003).

Este aspecto puede ser interesante tenerlo en cuenta en yacimientos como *Son Boronat*, donde se podría sugerir una menor importancia social de los individuos infantiles enterrados en urnas cerámicas indígenas respecto a los de mayor edad que aparecen enterrados en ataúdes de madera (Guerrero 1979). En todo caso, el fenómeno de la utilización de diversos tipos de contenedores funerarios durante el Postalayótico, asociados a determinados segmentos de la sociedad, vuelve a remitirnos a una amplia diversidad de estrategias que está en estrecha conexión con la variabilidad observada en el espacio, la arquitectura, los rituales de enterramiento y la producción de cerámica.



Figura 437. Enterramientos infantiles en urna de arenisca y en ánfora realizados en un recorte del anillo inferior del turriforme escalonado de *Son Ferrer*.

Por otra parte, debe señalarse que no todo el registro hallado en el yacimiento parece realizado expreso para uso funerario, especialmente nos referimos al espacio localizado en la rampa de acceso a la cueva (UE-62) y los ámbitos que se sitúan fuera del entorno de la cueva. Además de la cerámica de importación, reseñamos la presencia en estos ámbitos de piezas como TSF-57 o TSF-408 que, dada la diferencia textural y mineralógica manifiesta respecto al urnas resto de cerámicas del yacimiento, podrían responder a una función y a dinámicas distintas. Éstas podrían ser unas cerámicas utilitarias amortizadas para uso funerario, ya que la constatación de algunas de estas tipologías en ambientes no funerarios (García Rosselló y Quintana 2003) y sus pastas indica que podrían proceder del ámbito doméstico.

Este tipo de conducta ya ha sido observada durante la Edad del Bronce en el sudoeste de la Península Ibérica, en contextos funerarios en los que la cerámica participa activamente del proceso de organización social y donde vasijas utilitarias son amortizadas para los rituales de enterramiento de determinados individuos (Contreras *et al.* 1988). Finalmente, otra opción viable para estas piezas es que su pasta podría ser un exponente más de las variadas soluciones tecnológicas utilizadas en la producción de cerámica destinada a uso funerario durante el Postalayótico.

28.3. Contexto artesanal: Turó de les Abelles (250-50 BC).

En lo que se refiere al *Turó de les Abelles* que, como se comentó en la introducción parece relacionarse con un asentamiento donde hay diversos espacios artesanales dedicados a la manipulación y la transformación de productos, se observa una total desorganización de las características de los artefactos cerámicos en función de su distribución en los distintos ámbitos. Este aspecto se manifiesta tanto en la dispersión de las producciones como de la composición mineralógica o textural de las piezas, y puede observarse claramente si se realiza un análisis de componentes principales utilizando las variables empleadas anteriormente en este análisis y marcando las piezas en base al ámbito o sector en el que fueron halladas. El gráfico de dispersión realizado con las principales variables diagnóstico indica que las soluciones tecnológicas que los alfareros han seguido tienen escasa correspondencia a nivel meso-espacial. Existe una amplia variabilidad de pastas dentro de cada uno de los distintos sectores que configuran el yacimiento.

Como se puede observar, el Componente 1 explica el 48,3% de la varianza con unas contribuciones altas ($>.7$) de las variables % calcita y % de Mineral que presentan una correlación negativa con el porcentaje de cuarzo. El Componente 2 explica un 22,8% de la varianza llegando a una varianza acumulada de 71.2%. En este componente, las variables claramente predominantes sobre el resto son % de Fe_2O_3 y CaO, con una correlación negativa entre ellas superior al .7. El resto de las variables presentan, en este componente, correlaciones con unos valores poco significativos. En definitiva, los componentes 1 y 2 explican cerca del 71% de la varianza de los datos y serán, por tanto, éstos dos los que muestren un mejor agrupamiento de los datos.

Si se contemplan las puntuaciones obtenidas para los componentes 1 y 2 en los casos analizados en función del sector en el que se hallaron las vasijas, puede observarse que las piezas no ofrecen agrupaciones y distribuciones significativas para esta variable, sino que presentan una distribución desorganizada y caótica.

Esta variabilidad en las pastas se manifiesta también en la diversidad tipológica registrada en el yacimiento, en el que se constatan hasta 25 tipos diferentes y, salvo raras excepciones, no hay dos tipos iguales. Finalmente, hay que señalar que también la dispersión de las técnicas de modelado en el asentamiento incide hacia esta escasa homogeneización en las distintas habitaciones que conforman el mismo (García Rosselló 2010). Todo parece indicar, en el caso de que la cerámica fuera fabricada en el yacimiento, que múltiples unidades productivas habrían producido vasijas, experimentando, además, con los procedimientos utilizados. A continuación, se procede, por tanto, a realizar una visión pormenorizada del tipo de pastas cerámicas que se detectan en cada uno de los sectores estudiados.

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	2,901	48,356	48,356
2	1,374	22,897	71,253
3	1,012	16,868	88,120
4	,447	7,444	95,564
5	,225	3,754	99,319
6	,041	,681	100,000

	Componente			
	1	2	3	4
% Vegetal	-,400	,346	,777	,341
% CaO	,561	,753	-,129	,010
% Mineral	,729	-,280	-,316	,539
% Fe ₂ O ₃	,421	-,757	,420	-,072
% Calcita	,930	,160	,187	-,082
% Cuarzo	-,924	-,097	-,284	,168

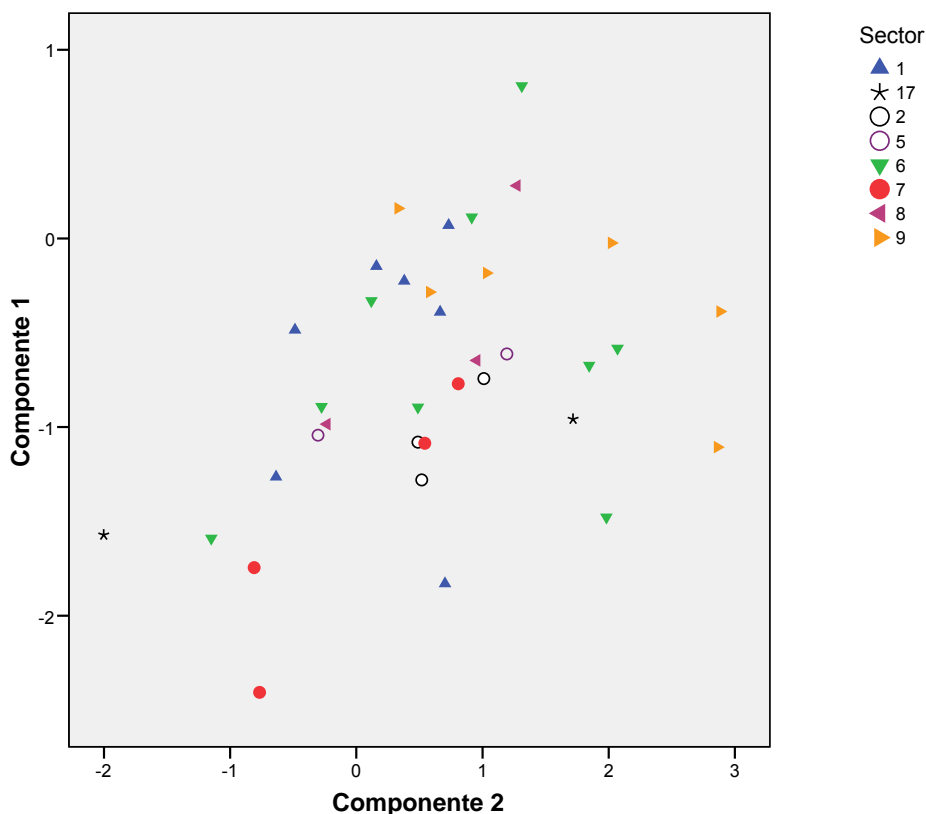


Figura 438. Distribución de las piezas del *Turó de les Abelles* según las puntuaciones obtenidas en el primer y segundo componente del análisis ACP según sector al que pertenecen.

28.3.1. Sector 1.

Este sector constituye un espacio abierto de unos 70 m², probablemente parcialmente porticado, que aparece relacionado con los sectores 2, 3, 4, 7, 8 y 11, situados en la vertiente este del yacimiento. Los artefactos analizados de este sector ascienden a un total de ocho casos (Tabla 3) y representan un ajuar morfo-métricamente muy diverso que abarca desde familias adscritas a piezas pequeñas (FII) a otras medianas (FVII), grandes (FX y FXI) o muy grandes (FXVI). Todo ello puede indicar tanto la realización de distintas actividades y la gestión de distintos tipos de contenidos como la interrelación de diversas formas en la manipulación de un mismo producto.

Se puede señalar que existen dos tendencias en los materiales hallados en este ámbito, por un lado, los que presentan pastas ricas en Fe₂O₃ y que, en tres casos, se han podido adscribir a la Producción TSB-B, tanto TSB-B1 (TSB-1/295 y TSB-1/303) como TSB-B2 (TSB-1/296). Las Producción TSB-A, muy común en el yacimiento, estaría, por tanto, ausente en este sector.

Por otro lado, se documentan piezas bajas en Fe_2O_3 , que deben asociarse a la utilización de arcillas margosas (TSB-1/297, TSB-1/299 y TSB-1/300). Finalmente, la muestra de barro (TSB-1) para impermeabilizar cubierta del sector evidencia la utilización de una caliza margosa, probablemente del cuaternario y de origen aluvial. Podemos señalar, entonces, la utilización, en la fabricación de los artefactos de este sector, de tres tipos de depósitos muy diferentes entre sí. Esta variabilidad en la cultura material cerámica podría ser consecuencia de un espacio con un carácter más abierto y público que el observado para el resto de sectores, en el que se incrementa la variabilidad de los productos depositados al estar permitido el acceso al mismo de piezas procedentes de diferentes unidades productivas.

En cuanto a las fábricas, éstas reflejan claramente la dualidad de las producciones registradas, en las fábricas ricas en hierro se observa exclusivamente la F-2, que incorpora desgrasante vegetal y escasas cantidades de calcita cristalina. Las mismas soluciones tecnológicas se observan en el resto de las piezas (F-3), excepto en TSB-1/297, que incorpora únicamente desgrasante vegetal y se asocia a la F-4. Las cantidades de los distintos desgrasantes añadidos son muy variables en todas las piezas, y no se observan tendencias claras a este respecto en función de las cualidades métricas o morfo-funcionales de las piezas.

Finalmente, el fragmento de cubierta también se relaciona con una fábrica diferente, en la que el material es poco plástico y recibe escaso tratamiento durante su preparación (F-10).

A nivel de cocción, las piezas presentan una tendencia relativamente parecida, consistente en una cocción muy heterogénea, de corta duración y a escasa temperatura, como evidencia la presencia de núcleos altamente reducidos y márgenes oxidados poco acusados, así como la presencia de materia orgánica grafitizada.

28.3.2. Sector 2.

Se trata de un pequeño ámbito de 17 m² segregado del Sector 1 que podría responder a la realización de un tipo de actividades concretas ya que, en el centro del mismo, se constata una pica de dimensiones 0.5 x 0.6 x 0.15 m que, como los análisis de DRX han demostrado, estaba impermeabilizada con mortero de cal y no con arcilla. Los vasos analizados en este sector aparecen situados muy cerca de esta estructura, lo que podría indicar alguna relación funcional entre ambos tipos de artefactos.

Las piezas cerámicas a mano analizadas son todas de tamaño pequeño, asociadas a las Familias I y II y vinculadas a formas de almacenaje (TSB-2/40) o bien de gestión de líquidos (TSB-2/41 y TSB-2/42). Las tipologías de estas vasijas se sitúan, además, muy próximas unas de otras, siguiendo todas la Forma Básica 4. Hay que resaltar que, junto a todo este registro a mano, se documentaron varias ánforas púnico-ebusitanas con el cuello seccionado y emplazadas en la zona de los muros. Todos los datos parecen evidenciar que las cerámicas de este sector, junto con la pica impermeabilizada y las ánforas amortizadas, pudieron complementarse para realizar alguna actividad concreta, probablemente ligada a la gestión de productos líquidos o sólidos.

Las cerámicas analizadas se han mostrado muy parecidas entre sí, si bien se mantiene la dualidad de producciones observada en el sector anterior. Se constata que las piezas TSB-2/40 y TSB-2/42 responden a la misma producción TSB-B2, mientras, la vasija TSB-2/41 se mantiene en el grupo de producciones con niveles bajos de Fe₂O₃. Esta dualidad se mantiene también en las Fábricas observadas (F-2 y F-3), si bien los procesos tecnológicos son extremadamente semejantes, especialmente en las piezas de la misma producción, que muestran niveles muy parecidos de CaO (12-14%), desgrasante vegetal (5-6%) y de anti-plástico mineral (2-3%).

Por otro lado, ambas piezas muestran la misma estrategia de cocción, presentando márgenes ligeramente oxidados y núcleos altamente reducidos en los que se constata la presencia de materia orgánica parcialmente conservada. Ello evidencia cocciones de corta duración y con una baja TCE. Todo parece indicar, que ambas piezas fueron fabricadas por la misma unidad productiva. De hecho, ambas piezas se hallaron separadas entre sí por sólo unos 20 cm, la información espacial remite, por tanto, a la misma asociación que la observada a nivel arqueométrico.

A pesar de existir diferencias en las materias primas utilizadas, todas las piezas analizadas de este sector siguieron un mismo esquema tecnológico, se cocieron utilizando la misma estrategia y se desgrasaron con escasas cantidades de calcita cristalina, proporcionando una textura muy fina a las pastas (GT-C2) en la que predomina el desgrasante vegetal sobre el mineral. Ello es especialmente notable en la pieza TSB-2/41, que presenta altas cantidades del primer desgrasante (17%), sin embargo, la excesiva porosidad abierta de la pieza se contrarrestó, en este caso, con la aplicación de un engobe en la superficie de la cerámica.

Apoyando la información morfométrica se observa que, potencialmente, las pastas observadas en este sector son muy parecidas entre sí, de tipo muy fino y con escaso desgrasante mineral. Estos rasgos estarían señalando dos cosas, por un lado, que tal vez responden a algún tipo de funcionalidad muy concreta que requiere de piezas con los mismos rasgos técnicos. Todas las piezas están más acondicionadas en sus cualidades para la gestión de líquidos o sólidos que a la cocción de alimentos. Por otro lado, las características de estas pastas podrían tener relación con las dinámicas de producción de piezas pequeñas, en las que se utiliza preferentemente desgrasante vegetal y apenas se emplea mineral. Se trataría de piezas fáciles de fabricar, tanto en lo que se refiere a su modelado como en la preparación de pastas y la cocción, requiriendo además de una escasa inversión de tiempo para su producción.

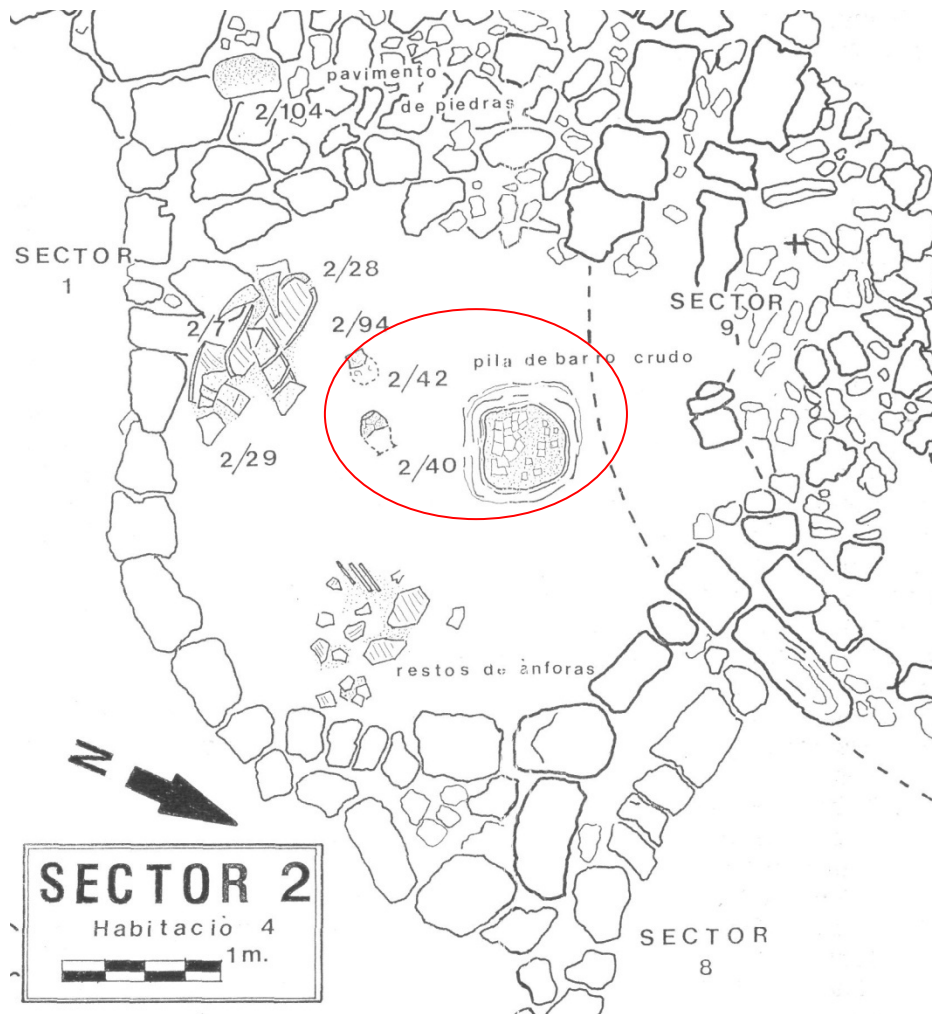


Figura 439. Planta del Sector 2 del *Turó de les Abelles* mostrando la localización de la pica de mortero y de dos de las cerámicas a mano halladas muy cerca de la misma (Planta: Camps y Vallespir 1998).

28.3.3. Sector 4.

Se trata de una pequeña habitación de planta absidial de 12 m² claramente individualizada del resto de estructuras y situada en el sector sureste del yacimiento. Limita al norte con el Sector 1, y al este con el Sector 3, que constituiría el exterior de esta habitación y hacia donde se ubica el principal acceso a la misma. No se ha tenido oportunidad de analizar la pasta de ninguna de las cerámicas de este sector. Sin embargo si se ha podido tener acceso a una (TSB-4/43) de las 13 pesas de telar perforadas y de sección lenticular halladas en el ámbito asociado al muro sur de la habitación, y muy cerca de una zona en la que se constató una acumulación de arcilla de la que desconocemos sus características básicas.

El hallazgo de estos materiales indica una vinculación del ámbito a una posible actividad textil, así como a la posible fabricación de pesas de telar. Esta muestra se ha asociado a la producción de referencia SM-A1 del *Puig de Sa Morisca*, que difiere químicamente de las observadas en el *Turó de les Abelles* por la menor incidencia de Fe_2O_3 y TiO_2 en la materia prima. En todo caso, los datos evidencian que las pesas se realizaron con arcillas muy parecidas, sino la misma, a las que se usaron para confeccionar la mayor parte de las piezas de *Puig de Sa Morisca*. Son arcillas muy plásticas y finas, fáciles de conseguir en el entorno e ideales para dar forma a la pesa, favoreciendo, además, que ésta sea más porosa y compacta. Esta materia prima no requiere de un excesivo tratamiento, como pueda ser un proceso de depuración o decantación, a la hora de crear un artefacto que pueda ejercer la función estimada (Albero y García Rosselló 2010).

Por otro lado, se ha analizado el adobe (TSB-4/66), hallado en este sector y muy cerca de las pesas de telar, cuyos rasgos composicionales también remiten a una materia prima esencialmente diferente a la observada en la fabricación de cerámicas. En este caso, se eligieron sedimentos consistentes en calizas margosas poco plásticas y con una escasa fracción arcilla. Destaca en su composición la presencia de dolomita, lo que podría indicar la utilización de niveles aluviales cuaternarios ricos en carbonatos y en los que este mineral está presente, como los observados en el torrente que discurre por la zona oriental de la albufera de *Santa Ponça* desde el *Puig de Saragossa* y muy cerca del yacimiento. Esta materia prima habría recibido escaso tratamiento, como evidencia la presencia de gasterópodos y materia orgánica gruesa. Este tipo de fauna también fue constatada en el Sector 1 del yacimiento (Camps y Vallespir 1998: 52) por lo que podría haber sido común en los suelos del entorno inmediato al asentamiento.

Todos los datos indicados aquí, señalan que existe una clara especialización dentro del *Turó de les Abelles* en relación al tipo de recursos utilizados en función del tipo de artefacto arcilloso que se va a fabricar y de las necesidades y cualidades requeridas para su utilización. Se observa en el yacimiento la utilización de toda una serie de materias primas diferentes dependiendo de si se trata cerámicas, pesas de telar, adobes, o material de impermeabilización de cubierta.

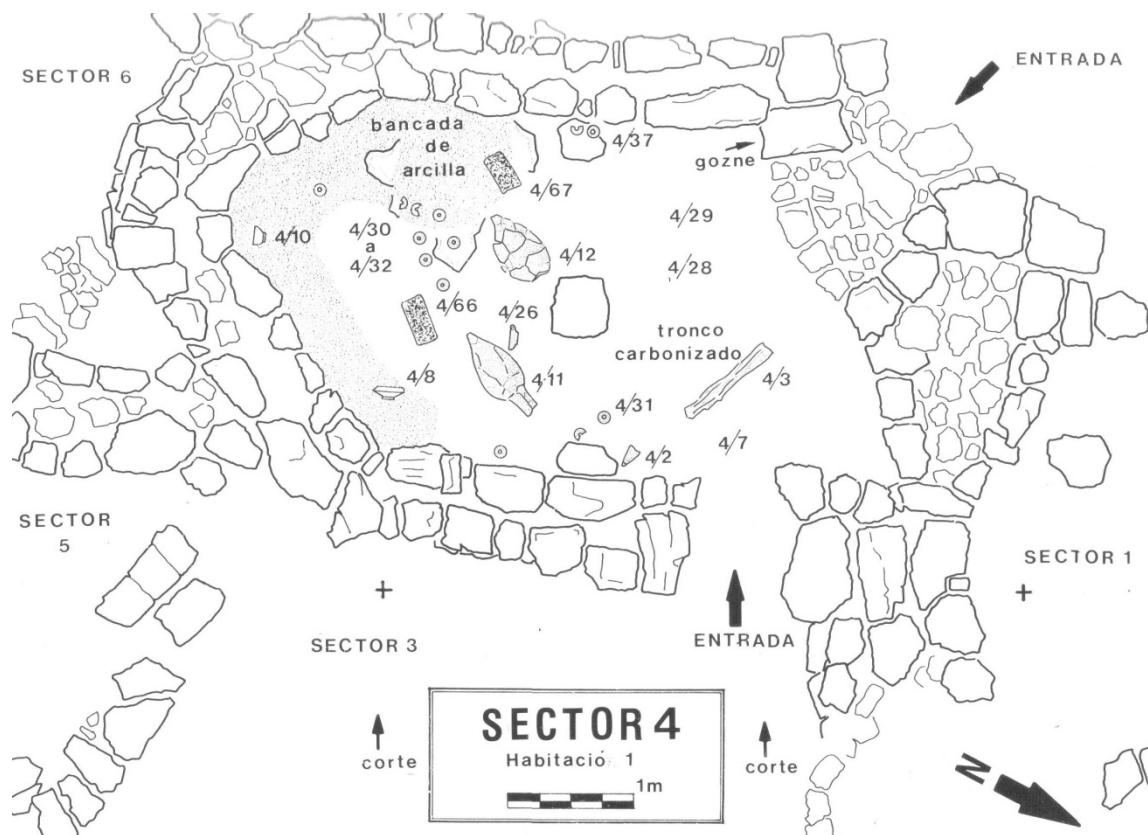


Figura 440. Planta del Sector 4 del *Turó de les Abelles* mostrando la localización del adobe y las pesas de telar situadas muy cerca de una bancada o acumulación de arcilla (Planta: Camps y Vallespir 1998).

28.3.4. Sector 5.

El Sector 5 es un espacio de carácter abierto que se sitúa en el ámbito suroeste del asentamiento y delimitado por el terreno natural, un escalón hacia el Sector 3 y el muro del Sector 6. Se han podido estudiar dos piezas halladas en este sector que se muestran muy diferentes la una de la otra. Si bien, ambas son de gran tamaño (FXI y FVIII) pueden separarse claramente. Por un lado, la pieza TSB-5/19 se asocia a una pieza inspirada, posiblemente, en un ánfora clásica (Camps y Vallespir 1998: 119). Aunque ha resultado mal clasificada químicamente, puede asociarse a las producciones realizadas con arcillas margosas. Presenta abundante desgrasante vegetal (12%) y escaso desgrasante mineral (<2%), la textura es, por tanto, muy fina. Se trata de una pieza cuyas cualidades morfo-funcionales potenciales se relacionan muy bien con una pieza destinada al almacenamiento y la gestión de líquidos.

Por otro lado, se documenta la pieza TSB-5/20, claramente asociada a las producciones ferruginosas típicas del *Turó de les Abelles*, concretamente TSB-A1. En esta última pieza, la cantidad de materia mineral es muy parecida a la de vegetal (7-8%), y la pasta presenta algunos pocos fragmentos de rocas. En ambos casos, se sigue la tendencia de pastas finas muy porosas con muy pocos minerales y cocidas según curva rápida y atmósferas oxidantes. Resultan, por tanto, poco recomendables para la cocción de alimentos. Se puede señalar que las diferencias en la composición y la textura de ambas vasijas son claras y podrían responder a diferentes unidades productivas. Podemos remitirnos, como se señaló para el Sector 1, también a la explicación de un espacio de un carácter más público y, tal vez, menos especializado en las actividades desarrolladas.

28.3.5. Sector 6.

Este sector se relaciona con una habitación de 14 m² que está rodeada, en gran parte, por el Sector 5 y en su parte posterior, por el oeste, por el Sector 7. Finalmente, al norte queda el Sector 1. Es una habitación que presentaba abundante material cerámico, tanto confeccionado a torno como a mano, destacando un alto número de tipos singulares inspirados en patrones que no son propios del mundo indígena, del que se han podido analizar hasta 10 vasijas a mano (Tabla 3). Según los arqueólogos que excavaron el yacimiento, estos dos tipos de materiales aparecen claramente asociados en este sector, especialmente muchas de las vasijas realizadas a mano y ánforas enteras, así como otras que aparecen seccionadas por el cuello (Camps y Vallespir 1998: 136).

Como ya señalan estos autores, los tamaños de las cerámicas a mano de este sector son muy variables (Tabla 21), en lo que respecta a las piezas analizadas se constatan abundantes recipientes pequeños (FI y FII), predominando el Subtipo 5.1, 7.4 y 7.5. Otras piezas son medianas (FVII y FIX), especialmente del Tipo 19 y, finalmente, una de mayor tamaño (FXIII). Todas las piezas, excepto TSB-6/65 cuya pasta representa una rareza en todo el registro, se relacionan claramente con las típicas pastas muy ricas en Fe₂O₃ del *Turó de les Abelles*.

Si bien sólo se han podido adscribir dentro de producciones cinco de las 10 piezas, se pueden diferenciar varias vasijas asociadas a grupos de referencia diferentes, por un lado, a TSB-A1, A2 y A3 y, por otro, a TSB-B2. Cada producción muestra sus diferencias y particularidades respecto al resto de las piezas constatadas en el sector lo que, unido al alto número de individuos mal clasificados, aumenta la variabilidad del registro, que no se ajusta a unas pautas claras.

Parece ser que, en algunas piezas, se añaden pequeñas cantidades de calcita cristalina junto con materia vegetal (F-2), mientras, en otras se introduce sólo materia vegetal (F-5). Finalmente, se constatan casos en los que no se añade ninguno de estos dos componentes, sino arenas (F-16). Estas diferencias afectan enormemente a la textura y la cantidad de CaO de las piezas, que se muestran muy variables en el conjunto analizado. Parece ser, que la tendencia, aunque muy variable, consiste simplemente en añadir más cantidad de desgrasante, especialmente vegetal, a las piezas de mayor tamaño. En cambio se introduce una cantidad sensiblemente inferior de antiplásticos en las más pequeñas. Por ejemplo, las piezas de este sector adscritas a la Familia II nunca superan un 3.6% de desgrasante mineral. Por otro lado, las piezas que son de un mismo tipo, pero que están asociadas a distintas producciones, no tienen mucho en común. Ello indica una escasa adaptación funcional de las pastas a actividades concretas, así como un escaso consenso y grado de especialización entre los distintos artesanos que producen cerámica destinada a este ámbito. También a nivel tipológico las piezas de un mismo tipo, como las del Tipo 7, muestran ciertas particularidades, asociándose a distintos Subtipos.

Finalmente, en la cocción se observan varias tendencias: se constatan tanto piezas con secciones reducidas como otras, como la pieza TSB-6/73, que aparecen completamente oxidadas (Tabla 21). En este último caso, una coloración rojiza de la pasta pudo verse favorecida por una ausencia de desgrasante vegetal. Esta variabilidad en la gama cromática de las pastas también evidencia importantes diferencias en el proceso de cocción y el aspecto final de la pieza que van parejas a las divergencias constatadas en el resto del proceso de fabricación. En todo caso, se puede señalar que las piezas se habrían cocido en cocciones oxidantes de corta duración y a baja temperatura, como denota la presencia de picos de montorillonita en los difractogramas de rayos X de la pieza TSB-6/65.

La variabilidad artefactual concentrada en este sector obedece a ciertas estrategias de distribución y de reparto de los materiales cerámicos confeccionados donde, al parecer, diversas unidades productivas habrían aportado el material cerámico necesario para desarrollar las actividades requeridas en esta habitación. Este tipo de estrategias de reparto se han utilizado para explicar coherentemente el registro documentado en ámbitos domésticos de algunos yacimientos ocupados durante el Postalayótico. Un ejemplo lo constituye el poblado de *Son Fornés*, en el que se observa, dentro de una misma estructura, una gran diversidad en las pastas cerámicas presentes (Palomar 2005).

Finalmente, señalar que las piezas halladas en este ámbito son tipológicamente diversas, por lo que pueden asociarse a diversas funciones. Están presentes en este sector algunos tipos, como un askós y un *guttus*, probablemente asociados a la gestión de líquidos (TSB-6/85, TSB-6/70). En este sentido, no poseemos ningún dato, tampoco procedente de las pastas, que permita acotar el tipo de actividades realizadas en el ámbito y su relación con el ajuar cerámico. En todo caso, las piezas más pequeñas, adscritas a las Familias I y II, deben vincularse, por sus rasgos métricos, a la gestión de productos a pequeña escala y al consumo individual de los mismos. También, se puede señalar que algunas piezas, como TSB-6/73, que tienen pastas refractarias y poco porosas, podrían haber funcionado muy bien como cerámica de cocina. El resto, especialmente las que tienen esencialmente desgrasante vegetal como anti-plástico, como la pieza TSB-6/87, habrían podido funcionar bien para gestionar líquidos y sólidos.

No debe olvidarse tampoco una posible relación funcional de las vasijas indígenas de este ámbito con las abundantes ánforas greco-romanas y púnico-ebusitanas, muchas de ellas con el cuello seccionado, halladas en la habitación junto con variada cerámica a torno común. Finalmente, resaltar que los investigadores que excavaron el asentamiento plantearon, como función principal del registro material cerámico del Sector 6, la gestión del producto obtenido de la molienda en relación al hallazgo de un molino cónico de rotación en este espacio. La presencia de grapas de plomo como lañados en algunas de estas ánforas permite pensar que éstas no contuvieron líquidos, sino que se utilizaron para gestionar productos sólidos como son el grano y la harina (Camps y Vallespir 1998: 128-140).

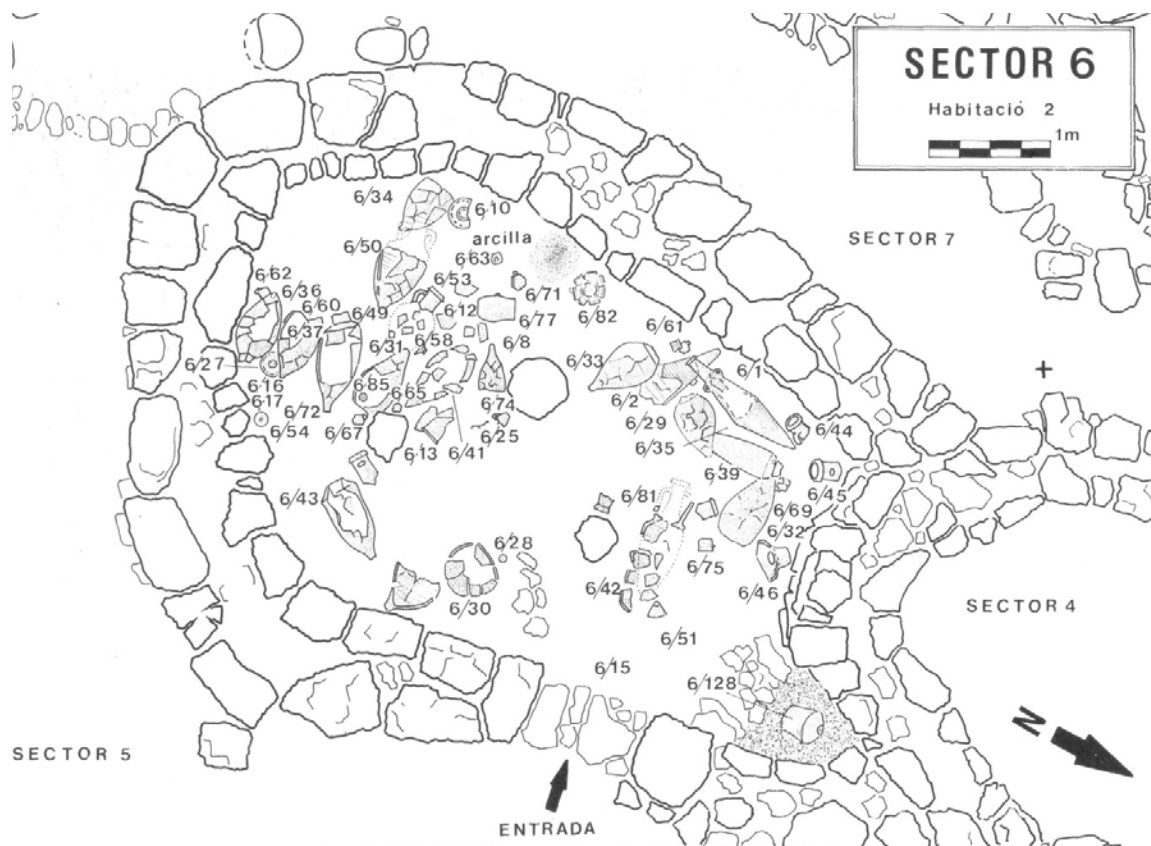


Figura 441. Planta del Sector 6 del *Turó de les Abelles* mostrando la localización de las cerámicas analizadas y su relación espacial con ánforas, muchas de ellas con el cuello seccionado (Planta: Camps y Vallespir 1998).

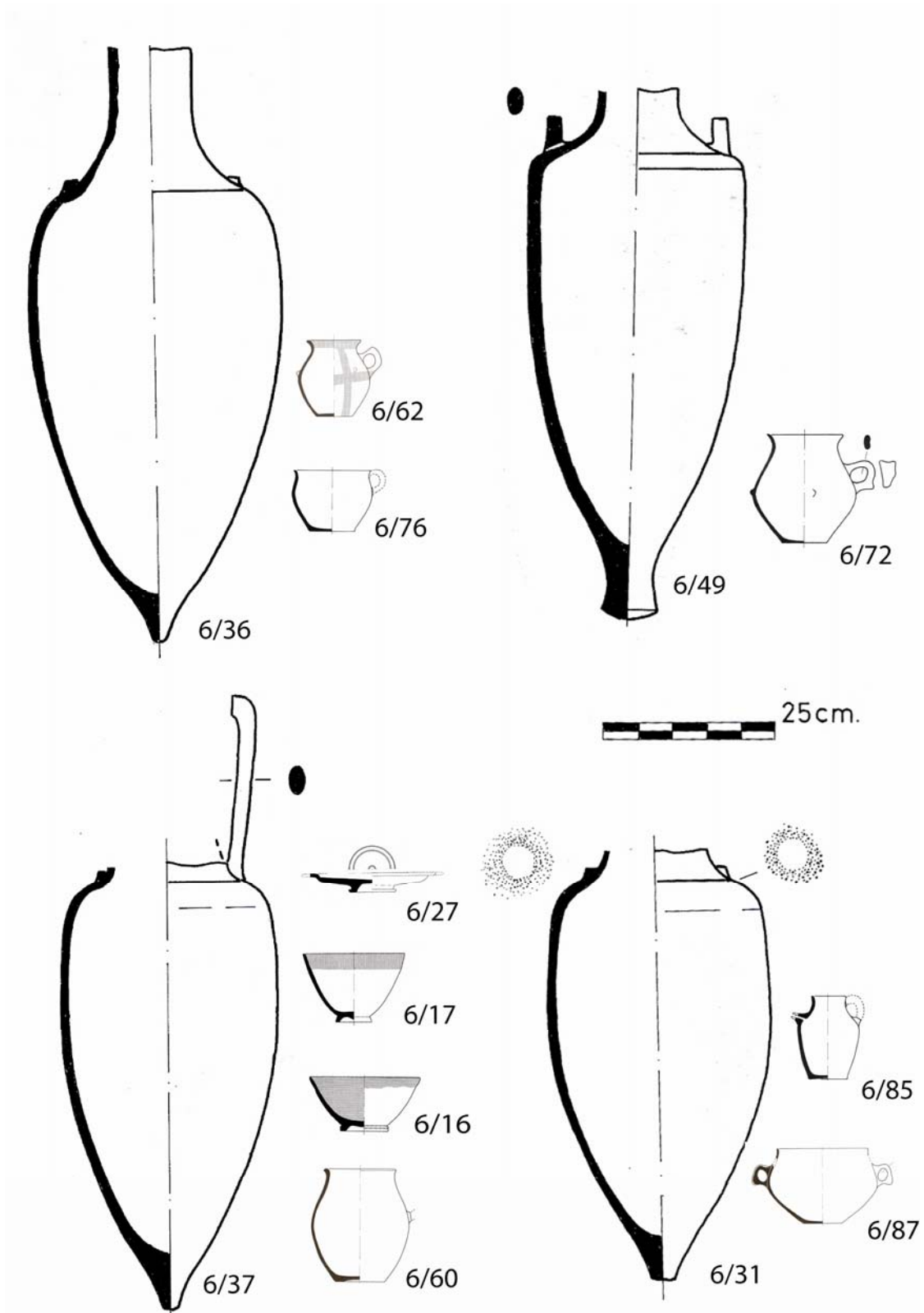


Figura 442. Ánforas del Sector 6 con las cerámicas de distinto tamaño asociadas a cada una de ellas.
(Dibujos: Camps y Vallespir 1998).

28.3.6. Sector 7.

Este sector se relaciona con el pasillo que segregaba las habitaciones vinculadas con los sectores 6 y 4 del resto del conjunto de unidades estructurales del yacimiento, que abarca del Sector 11 al 17. Parece ser que este corredor fue, al menos temporalmente, el principal acceso al asentamiento para sufrir luego un cambio funcional claramente observable con la deposición en el mismo de cerámicas a mano y a torno, básicamente ánforas greco-itálicas, cerámica campaniense A, un *kalathos* ibérico, etc.

Las cerámicas analizadas de este sector responden a dos categorías muy distintas. Por un lado, se observa dos piezas fragmentarias (TSB-7/10 y TSB-7/32), de tamaño considerable y forma cerrada, que se corresponden con una función de almacenamiento de líquidos. Estas piezas se sitúan en las pastas ricas en Fe_2O_3 típicas del yacimiento, en concreto, la segunda ha podido asimilarse a la Producción TSB-A2. El resto de piezas no se han podido clasificar en ninguna producción y se han considerado *loners*.

Estas dos vasijas se caracterizan, dentro del sector, por presentar una cantidad de desgrasante vegetal menor (7-11%) y, por el contrario, más cantidad de mineral (5%) y CaO (16-18%) que las otras dos analizadas del sector. Son piezas composicionalmente muy parecidas entre sí que, sin embargo, se fabricaron a partir de soluciones diferentes, una muestra sólo desgrasante vegetal, asociándose a la Fábrica 8, mientras que la otra muestra desgrasante vegetal en combinación con calcita cristalina, asociándose a la Fábrica 2.

En lo que respecta al otro par de piezas analizadas (TSB-7/33 y TSB-7/159), también resultan muy parecidas entre sí a pesar de no haberse podido clasificar en la misma producción. En este caso, todo indica la utilización de materiales y modos de fabricación similares. Éstas destacan, respecto a las anteriores, por ser de tamaño medio o pequeño (FI y FV), por el contenido más bajo en Fe_2O_3 (5.5%) y CaO (2-10%), una cantidad muy baja de mineral (<1.5%) y cantidades altas de vegetal (15-21%). Las pastas se muestran de grano muy fino y poco o moderadamente calcáreas, se componen, principalmente, de cuarzos que deben asociarse a arenas, probablemente procedentes de las mismas arcillas de forma natural. Se alude también a la posible utilización de suelos de descalcificación para la fabricación de ambas piezas.

En cuanto a su función, vale la pena destacar su papel en actividades rituales. La forma de la primera se asocia a un vaso crestado, característico de actividades y contexto rituales, aunque como se ha señalado también resulta un tipo que está presente en contextos habitacionales. Por otro lado, el modo en el que se depositó la pieza TSB-7/159, enterrada hasta la boca en el suelo y tapada por una losa, sugirió a los excavadores alguna función de tipo votivo de esta vasija y, por extensión, de este espacio (Camps y Vallespir 1998: 174-181).

De nuevo el registro evidencia una dualidad en las producciones y pastas, especialmente identificables en estos espacios de paso que se sitúan entre las distintas zonas del yacimiento y que podrían tener un carácter menos restringido, favoreciendo la deposición de cerámicas de diferentes tradiciones tecnológicas. También se puede señalar que las distintas estrategias de fabricación parecen relacionarse con las dinámicas de la producción, ordenándose según el tamaño de las piezas y la función que van a tener las mismas.

28.3.7. Sector 8.

Se trata de un ámbito de 20 m² ubicado en el noreste del yacimiento, limitado por el terreno natural, que ha sufrido desprendimientos con la consecuente pérdida de parte del suelo, y con el muro de la habitación relacionada con el Sector 9. En este sector también se observaron piezas como *askoi* (TSB-8/4), páteras y ánforas púnico-ebusitanas. Es una zona en la que se hallaron dos molinos de vaivén y un mortero de piedra caliza con manchas rojas, tal vez utilizado para moler mineral de hierro vinculado a la preparación de los pigmentos que después se aplicaron sobre algunas de las cerámicas que se muestran pintadas (García Rosselló 2010). Finalmente, al igual que ocurre en otros sectores, también se detectó una acumulación de arcilla cerca del muro sur del ámbito. De este sector se han analizado tres cerámicas a mano (TSB-8/32, TSB-8/34 y TSB-8/65), una pesa de telar (TSB-8/33) y dos artefactos de arcilla (TSB-8/77 y TSB-8/78).

Las cerámicas son composicionalmente parecidas entre sí y presentan niveles altos de Fe_2O_3 (7.3-10%), aunque sólo una ha podido clasificarse, en este caso en la Producción TSB-A2. Son piezas de tamaño pequeño y textura fina con una cantidad de mineral muy variable, relacionada con la adición de distintas cantidades de calcita cristalina, especialmente notable en la pieza clasificada (TSB-8/34), en la que este desgrasante es el predominante. En esta pieza el desgrasante mineral supone cerca del 9% mientras el vegetal apenas asciende al 2.5%. Se documenta la utilización (TSB-8/34 y TSB-8/65) de desgrasante mineral junto con materia orgánica, típico de la F-2, aunque hay una pieza (TSB-8/32) que sólo presenta materia orgánica (F-4). A diferencia de TSB-8/34, en las otras dos piezas predomina el desgrasante vegetal (9-12%) sobre el mineral (<4%). Todo remite a la existencia de materias primas relativamente parecidas pero asociadas a distintas unidades productivas y modos de preparación, algo patente especialmente en la pieza TSB-8/34. Finalmente, siguiendo la tendencia general, estas piezas se han cocido en ambientes oxidantes, utilizando curvas rápidas y a bajas temperaturas.

En lo que respecta al resto de artefactos de este ámbito, éstos se diferencian de las cerámicas en que no muestran desgrasantes, así como por sus niveles más bajos de Fe_2O_3 (5-6%) y más altos de CaO (30-37%). La composición de estos artefactos indica, como ya se señaló, la probable utilización de tierras más margosas, poco aptas para la producción cerámica. Por otro lado, la pesa de telar TSB-8/33 muestra exactamente las mismas características que la ya analizada procedente del Sector 4, que se ha clasificado en la producción asociada al grupo de referencia de *Puig de Sa Morisca*. Es, por tanto, un tipo de artefacto que muestra una clara divergencia composicional con las cerámicas de los grupos de referencia establecidos en el *Turó de les Abelles*. Las pesas se han realizado con un material muy plástico, que puede utilizarse para la producción de cerámica pero cuyo uso, sin embargo, no se generalizó en el asentamiento a la hora de fabricar recipientes. En cambio, este tipo de recursos se destinaron a la producción de otro tipo de artefactos muy concretos y con una función diferenciada, como las pesas de telar.

De nuevo se observa, dentro de los artefactos de este sector, una alta variabilidad entre las pastas cerámicas, así como cierta especialización en los recursos utilizados en la producción de la cultura material en función del tipo de artefactos que se van a producir. El uso de determinadas materias primas parece estar determinado, al menos en parte, por la función que van a tener los objetos. De este modo, se puede señalar para este sector, así como en otros del yacimiento, una tendencia a la utilización de recursos arcillosos ricos en hierro para la producción de cerámica, de margas arcillosas para la de pesas de telar y, finalmente, de calizas margosas para la del resto de artefactos y el material de construcción.

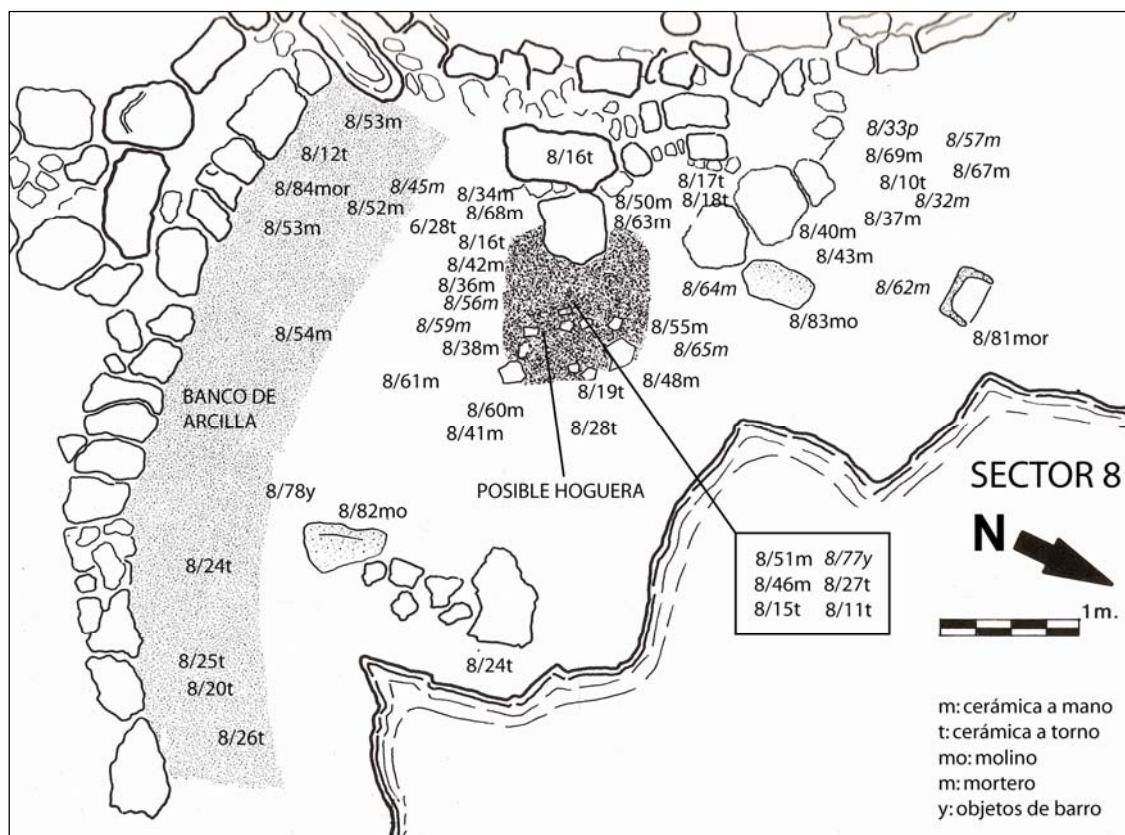


Figura 443. Planta del Sector 8 del *Turó de les Abelles* mostrando la localización de los artefactos analizados (Planta: Camps y Vallespir 1998).

28.3.8. Sector 9.

Es un ámbito de 46 m² ubicado en la vertiente más exterior al norte del yacimiento, limitando con los sectores 2, 8, 10 y 11. Hay que destacar en la zona norte del sector, opuesta al principal acceso a la sala, la clara concentración de cerámicas en un pequeño ámbito dentro de la habitación que está delimitado por un murete. Un poco más al oeste se documenta otro espacio en el que se observan algunas masas de barro crudo junto con una losa de piedra arenisca. La presencia de esta arcilla junto con una pesa de telar y otros artefactos arcillosos no analizados indican que, tal vez, en este sector pudieron fabricarse algunos artefactos arcillosos no cerámicos.

De nuevo, en este sector, se aprecia el claro binomio cerámica a mano y material a torno detectado en otros ámbitos del yacimiento, destacando las ánforas que presentan el cuello seccionado frente a otras que están completas. También, se constata una asociación singular entre pequeñas cerámicas a mano y un bol de plomo. Finalmente, señalar la existencia de dos molinos de vaivén con la superficie útil hallada cara arriba (Camps y Vallespir 1998: 223-235).

Dentro de este sector existe una clara preferencia por concentrar piezas de cierto tamaño, asociadas a las familias VII, IX, X y XIII, es decir contenedores de diferente volumen. Estas vasijas suelen asociarse a las producciones típicas del *Turó de les Abelles*, especialmente TSB-A, que representa a la mitad de las piezas analizadas (Tabla 22). Destacan, en este sector, los altos niveles de hierro de estas piezas (12.5-17%), son vasijas muy parecidas entre sí que se han asociado todas ellas a la Fábrica 2, caracterizada por la combinación de calcita cristalina y desgrasante vegetal. Las dos piezas asociadas a TSB-A3 (TSB-9/81 y TSB-9/84), son extremadamente similares entre sí, no sólo en los materiales utilizados sino en su modo de fabricación. Ambas poseen cantidades moderadas de mineral (4.6-4.9%) y CaO (14-20%), así como abundante vegetal (7-12%). Los difractogramas de rayos X avalan esta similitud, notable también en los niveles de cuarzo (2.9-3.3%) y calcita (83.1-83.5%). Se puede asegurar que ambas fueron fabricadas siguiendo la misma receta y, al parecer, por la misma unidad productiva.

La pieza asociada a TSB-A2 (TSB-9/80) presenta algunas particularidades, ha mostrado una clara preponderancia, del orden de 3:1, del desgrasante mineral sobre el vegetal, algo claramente relacionado con la adición de una mayor cantidad de calcita en esta vasija. Su sección se presenta completamente oxidada, estando favorecido ello por el escaso desgrasante vegetal que hay en la pasta (3.2%). Esta pieza tiene una mejor factura y resultaría más indicada, por ejemplo, para cocinar, aunque también resulta una pasta ideal para fabricar piezas grandes con una mayor vida de uso. Finalmente, la pieza TSB-9/14, mal clasificada químicamente, contrasta con la anterior al mostrar abundante desgrasante vegetal (13%) y escaso mineral (2%), si bien se le ha añadido una cantidad simbólica de calcita cristalina. Como se puede observar, por regla general, las pastas de las piezas difieren enormemente según la tipología que presentan y la producción a la que éstas se adscriben. De todos modos los materiales y técnicas utilizados, plasmados en la Fábrica 2, evidencian una misma idea y esquemas mentales a la hora de manufacturar las piezas.

En contraposición con este grupo de vasijas contenedores encontramos dos piezas de pequeño tamaño vinculadas a la Familia I que deben asociarse a pastas locales calcáreas no ferruginosas, más típicas del registro analizado de otros yacimientos como *Puig de Sa Morisca*. Todo indica, en función del escaso desgrasante mineral y el alto contenido de CaO observado (31-34%), que se utilizaron arcillas margosas moderadas en su contenido de Fe₂O₃ (5.5%). Ambas piezas se han vinculado a la Fábrica 3 y representan pastas muy parecidas en lo que se refiere a su cadena operativa de fabricación. Las dos poseen una textura muy fina y abundante desgrasante vegetal (7.5-14.5%) en combinación con escaso desgrasante mineral, calcita cristalina (<3%). Las formas son relativamente parecidas entre sí y, en el caso de la vasija TSB-9/91, ésta se asocia a un tipo característico conocido como “vaso crestado”, una típica forma cerámica, muy abundante en contextos rituales, aunque no exclusiva de los mismos.

Contextualmente, se debe señalar que ambas vasijas se hallaron espacialmente vinculadas y asociadas con una concentración de material cerámico en una zona del sector, en la vertiente oeste de la habitación, en la que hay una losa de arenisca (Cuadros XIII/15 y 16). Estas piezas representarían a nivel tecnológico una misma cadena operativa de modelado (García Rosselló 2010) y de preparación de la pasta, así como una métrica muy similar pero, además, muestran también una clara asociación espacial.

Tal vez, todas estas correspondencias puedan estar ligadas a algún tipo de función específica desarrollada en esta área de la habitación. En estas actividades estas piezas pequeñas se muestran diferenciadas de las más grandes, existiendo cierto vínculo entre los individuos que produjeron las primeras piezas. Existe una diferencia tecnológica en las cerámicas según la función que estas desempeñaron. En lo que se refiere a su utilización, esta dualidad en el registro cerámico podría asociarse a la posible existencia de algunos individuos diferenciados explícitamente a partir de la cerámica dentro del sector y del yacimiento.

Se trata, por tanto, de la dualidad que se ha visto en los sectores anteriores aunque, en este caso, se observa también una clara diferenciación en el proceso de fabricación de las piezas dependiendo de su tamaño y su tipología. Desconocemos las actividades artesanales que se desarrollaron en este ámbito, sin embargo, el alto número de vasijas o urnas de gran tamaño y boca abierta, así como la presencia de ánforas seccionadas, indican una probable gestión de residuos sólidos o semilíquidos, tal vez en conexión con la losa hallada. Mientras, algunas piezas como TSB-9/83, que presenta un pibetero, evidencian claramente una asociación con sustancias líquidas, tal vez en conexión con otras piezas más pequeñas y abiertas, como TSB-9/90 y TSB-9/91.

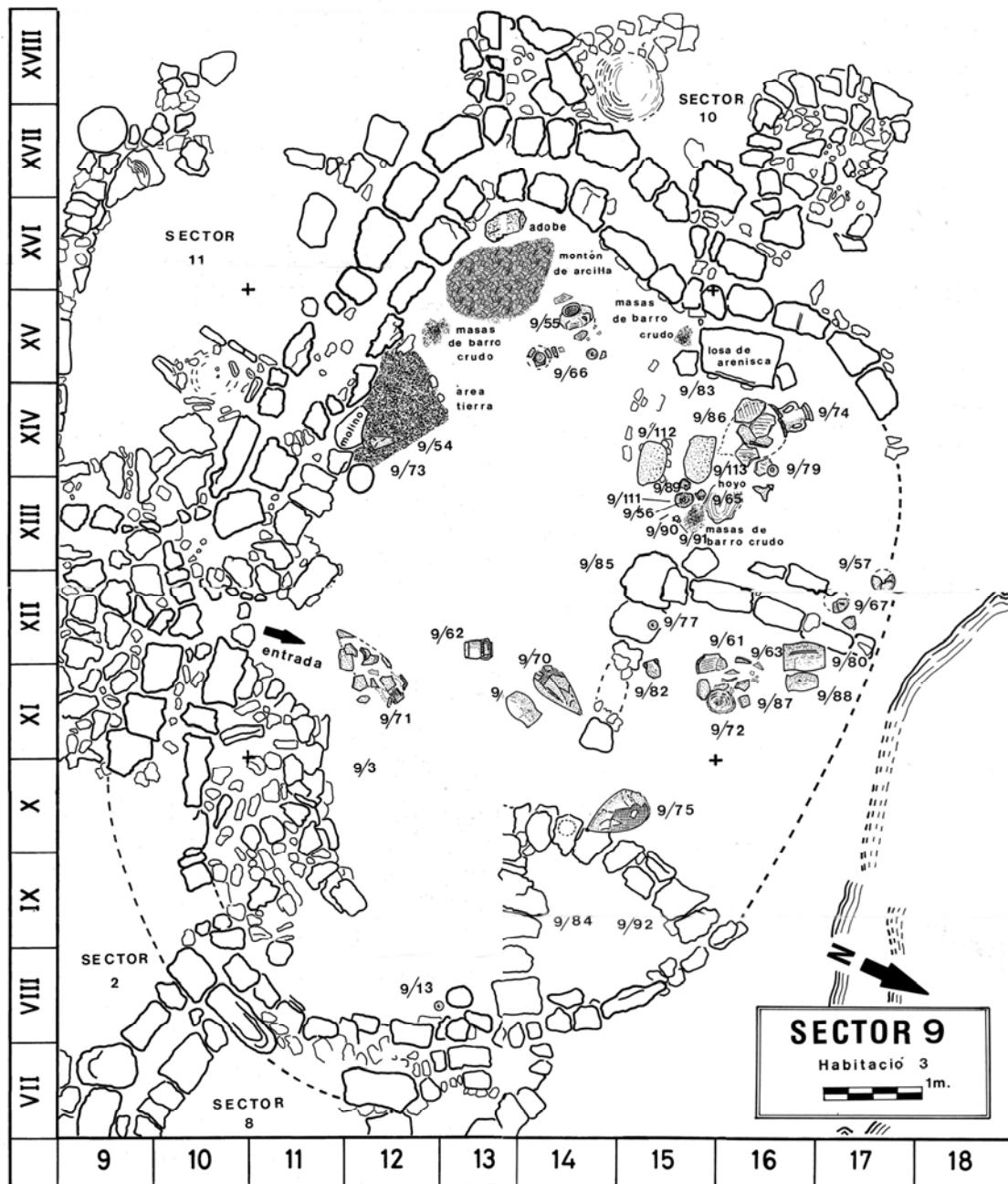


Figura 444. Planta del Sector 9 del *Turó de les Abelles* mostrant la localització de los artefactos analizados (Planta: Camps y Vallespir 1998).

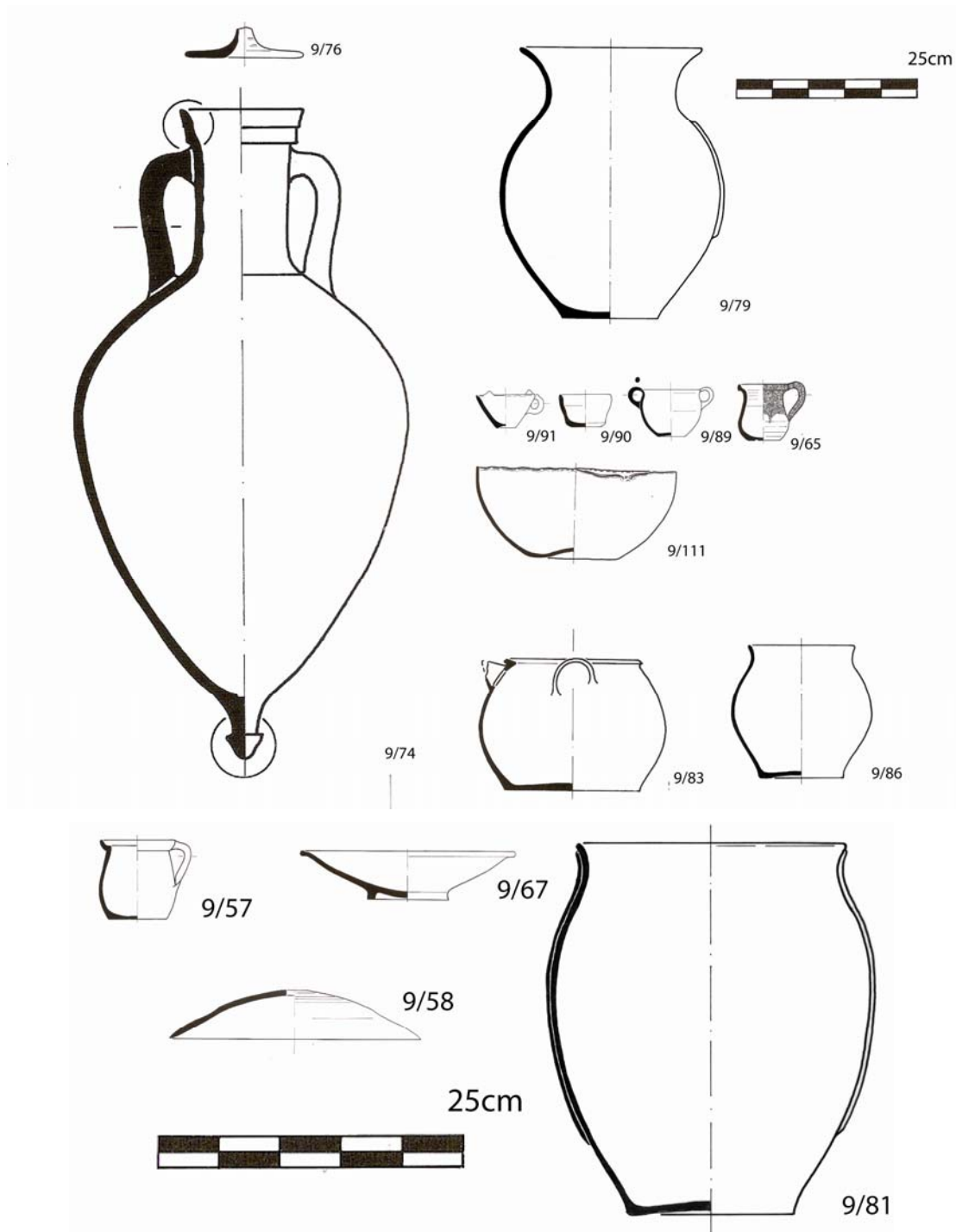


Figura 445. Asociación entre vasos de importación, platos y cuencos con contenedores indígenas observada en el sector noreste de la habitación (Dibujos: Camps y Vallespir 1998).

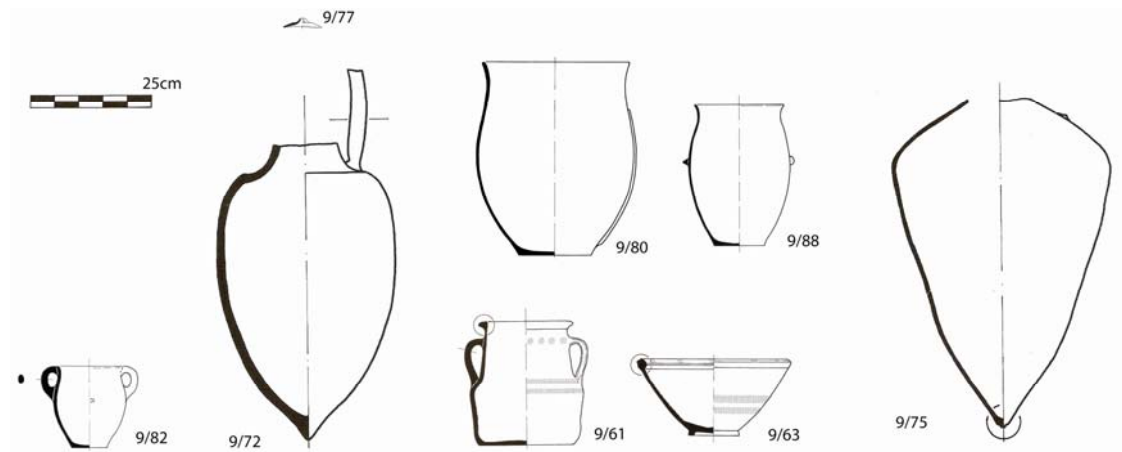


Figura 446. Asociación en el posible almacén norte del Sector 9, en el que aparecen agrupadas dos ánforas con el cuello seccionado con contenedores indígenas, urnas y cuencos ebusitanos.

28.3.9. Sector 17.

Este sector se localiza en la vertiente suroeste del yacimiento, limitando con los sectores 16 y 20. Los hallazgos y la estratigrafía de este sector no han sido actualmente publicados, por lo que no se dispone de la información necesaria para realizar una aproximación que considere las características de la totalidad de los materiales de este sector.

En lo que se refiere a la cerámica a mano analizada, sólo una de las piezas (TSB-17/25) ha podido adscribirse a las producciones típicas del *Turó de les Abelles*, concretamente a TSB-A3, ya observada en los sectores 6 y 9. Esta pieza presenta el modo de fabricación de pastas (F-2) documentado en la mayoría de las piezas de este yacimiento y de estas producciones. Se caracteriza por la adición de una cantidad media de desgrasante vegetal (8%) en una proporción aproximada de 2:1 respecto del mineral, que consiste en la adición de una escasa cantidad de calcita cristalina. El resultado final en esta pieza es la obtención de una pasta de textura muy fina, algo que es común a todas las cerámicas de este sector analizadas. Las otras dos piezas estudiadas no se han podido clasificar, en el caso de la pieza TSB-17/29, asociada a la Familia I, no se han podido realizar análisis químicos. Tipológicamente las otras dos piezas se han asociado al Tipo 19 y a la Familia VII, compuesta por piezas de tamaño medio/grande.

En el caso de la pieza TSB-17/23 los bajos niveles de Fe_2O_3 remiten a una producción distinta a la observada en la mayoría de las piezas de este yacimiento y apuntan a una selección de los típicos depósitos locales de *terra rossa*, caracterizados por una escasa cantidad de carbonatos y, por tanto, de CaO. La utilización de estos depósitos proporciona pastas *border calcareous* ricas en cuarzo, tal vez relacionada, en este caso, con la adición de arenas a la pasta. Es una fábrica sin apenas desgrasante vegetal y compuesta por una textura de tipo muy fino, típica de pastas en las que no se ha añadido calcita cristalina. La cocción de esta vasija, completamente oxidante, también contrasta con la observada en las otras dos piezas del sector. Son piezas que, a pesar de presentar la misma tipología, lo que podría remitirnos a algún tipo de actividad concreta en el ámbito, presentan pastas claramente divergentes. Ello evidencia que, como sucedía en anteriores sectores, diversas formas de hacer cerámica y, probablemente distintas unidades productivas, habrían participado en la configuración del registro depositado en este sector.

28.4. Contextos de hábitat: Puig de Sa Morisca y Closos de Can Gaià.

Como suele suceder en los asentamientos asociados a esta funcionalidad el nivel de fragmentación de las piezas cerámicas es alto (Cordero *et al.* 2006), especialmente en los asentamientos de habitación navetiformes (Castro *et al.* 1997; Guerrero *et al.* 2007). Ello ha dificultado, al poseer escasas piezas reconstituibles o de perfil completo realizar asociaciones entre la tecnología y la morfometría de la mayoría de las piezas procedentes de este tipo de contextos. Sin embargo, ello no ha evitado que se puedan realizar algunas apreciaciones entre los rasgos del registro cerámico y los yacimientos de hábitat, especialmente en lo que se refiere a la gestión de los recursos minerales y a las cualidades de las pastas en referencia al carácter funcional ligado al tipo de actividades que se deben satisfacer. Si bien los yacimientos estudiados asociados a este tipo de contextos tienen diferente entidad cronocultural se ha decidido incluirlos agrupados en base a su diferenciación con los contextos anteriormente tratados. En todo caso, se va a realizar una síntesis individualizada de las características de la cultura material de cada uno de ellos puesto que, en gran parte, éstas se explican por parámetros no funcionales o contextuales.

28.4.1. *Puig de Sa Morisca*.

Por un lado, el yacimiento de *Puig de Sa Morisca* es un yacimiento complejo y con diversas fases de ocupación, que parecen corresponderse con diferentes funciones. Independientemente de la función y la cronología del yacimiento, se observa que, entre 1100-300 BC, se mantiene la Producción SM-A1 activa en la Torre I, incluso encontrándose en este marco cronológico en otros yacimientos de la zona, como *Son Ferrer*. Este aspecto indica, que independientemente de la función a la que fueran destinadas las vasijas, la amplia mayoría eran fabricadas utilizando los mismos recursos³⁷¹. En este sentido, se puede señalar que existe una escasa adaptación funcional de las materias primas utilizadas según la función de los artefactos. Como se observó en el capítulo de morfopotencialidad, arcillas con un mismo origen se utilizaron para fabricar toda una gama variada de tipologías y grupos morfométricos.

Esta unicidad entre las materias primas y las técnicas utilizadas en este yacimiento se plasma en un gráfico de dispersión utilizando las puntuaciones obtenidas del análisis ACP realizado en su primer y segundo componente. En éste, se observa un grupo bien definido que engloba tanto piezas del Bronce Final como de época Talayótica y del Postalayótico I, se trataría de un grupo atemporal cuyas piezas serían tecnológicamente muy parecidas entre sí. En contraposición con este grupo se observan otras piezas que muestran una mayor dispersión en sus pastas coincidiendo, precisamente, con aquellas vasijas que se habían mostrado particulares en términos petrológicos y/o químicos.

Entre estas piezas con una distribución más dispersa se observan aquellas vasijas singulares como SM-625, que habían resultado una rareza dentro del registro del Bronce Final, y otras del Postalayótico I que se caracterizan por presentar chamota (SM-659), calcarenitas (SM-246, SM-362, SM-181) u otras rocas calcáreas (SM-180). Finalmente, se observa claramente, segregada del resto de piezas, la vasija del Postalayótico Final asociada al conjunto 36. Como ya se señaló, esta vasija rompe con los esquemas tecnológicos observados anteriormente en el yacimiento.

³⁷¹ Etnográficamente se ha demostrado que resulta muy difícil, cuando se han utilizado recursos y pastas geológicamente similares, distinguir entre distintas unidades productivas. En este sentido, los análisis geoquímicos se refieren más a estrategias comunitarias de explotación de recursos y fabricación de cerámicas desarrolladas a nivel regional (Arnold *et al.* 2000). Los datos obtenidos para *Puig de Sa Morisca* son muy interesantes pero limitan una aproximación a las distintas unidades productivas del asentamiento que se muestran como una sola.

En todo caso, el análisis realizado evidencia como a partir del siglo IV BC la variabilidad aumenta en el conjunto analizado, aunque el espacio de uso de las piezas y los recursos arcillosos utilizados en su fabricación sean los mismos o muy parecidos.

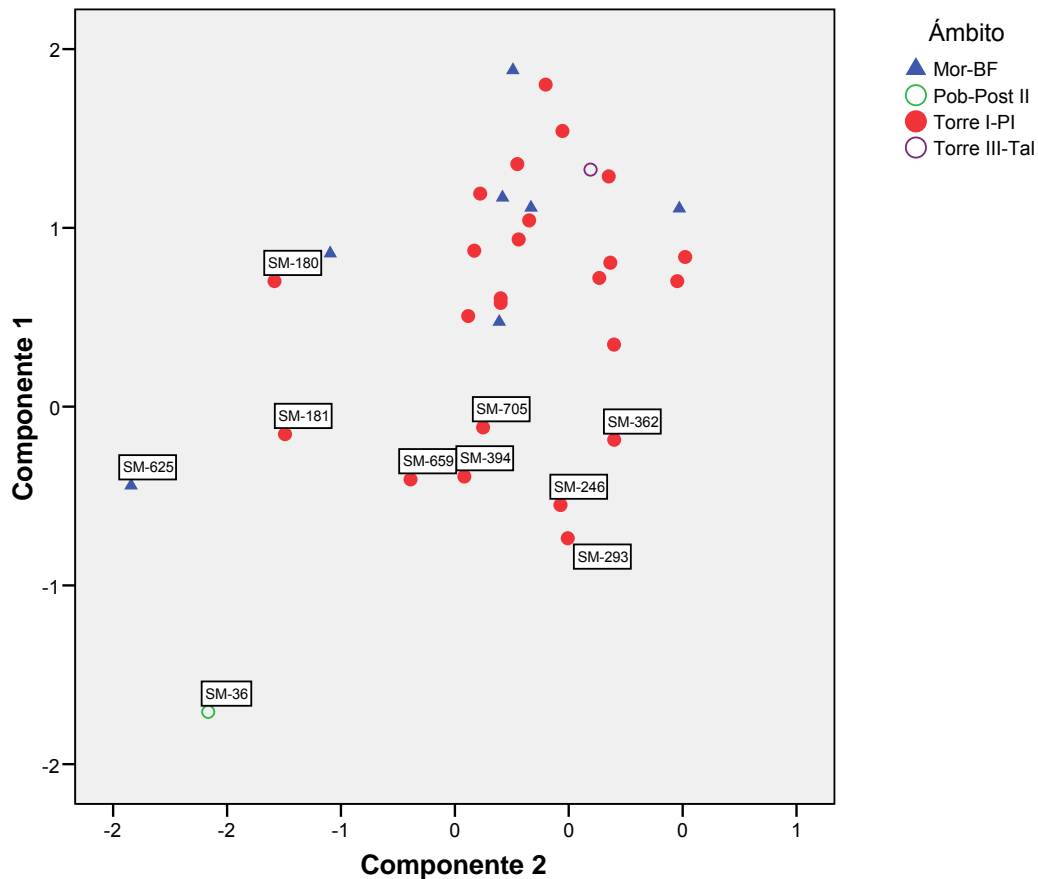


Figura 447. Distribución de las piezas de Puig de Sa Morisca según las puntuaciones obtenidas en el primer y segundo componente del análisis ACP según ámbito y cronología.

28.4.2. Closos de Can Gaià.

Para este yacimiento el número de piezas analizadas resulta sensiblemente menor, por lo que las apreciaciones que se van a realizar a continuación a partir de los datos obtenidos deben considerarse como hipótesis preliminares a desarrollar en futuros trabajos. En lo que se refiere a las producciones realizadas en Closos de Can Gaià, éstas son características del propio yacimiento. El vt (0.26) obtenido en la Producción CLG-A1 y vt^* (0.24) obtenido para la producción CLG-B1 revela la utilización de al menos dos fuentes de materia prima diferentes en términos geoquímicos, utilizadas indistintamente en distintos periodos y para confeccionar todo tipo de piezas.

Si bien el análisis ACP realizado para este yacimiento cuenta con un número reducido de 10 muestras, debido a la imposibilidad de realizar análisis de imagen de todas las vasijas, se observa aquí como las piezas se distribuyen en función de la fase de ocupación de la estructura. Se aprecia como las piezas del Bronce Naviforme I y II se han agrupado relativamente bien en la zona superior del gráfico, mientras las piezas asociadas al Bronce Antiguo se han agrupado en la zona central. Finalmente, la pieza foránea CLG-2755 se ha mostrado claramente separada del resto del conjunto de piezas. Ello indica diferencias tecnológicas en un mismo asentamiento en función de la cronología de las vasijas.

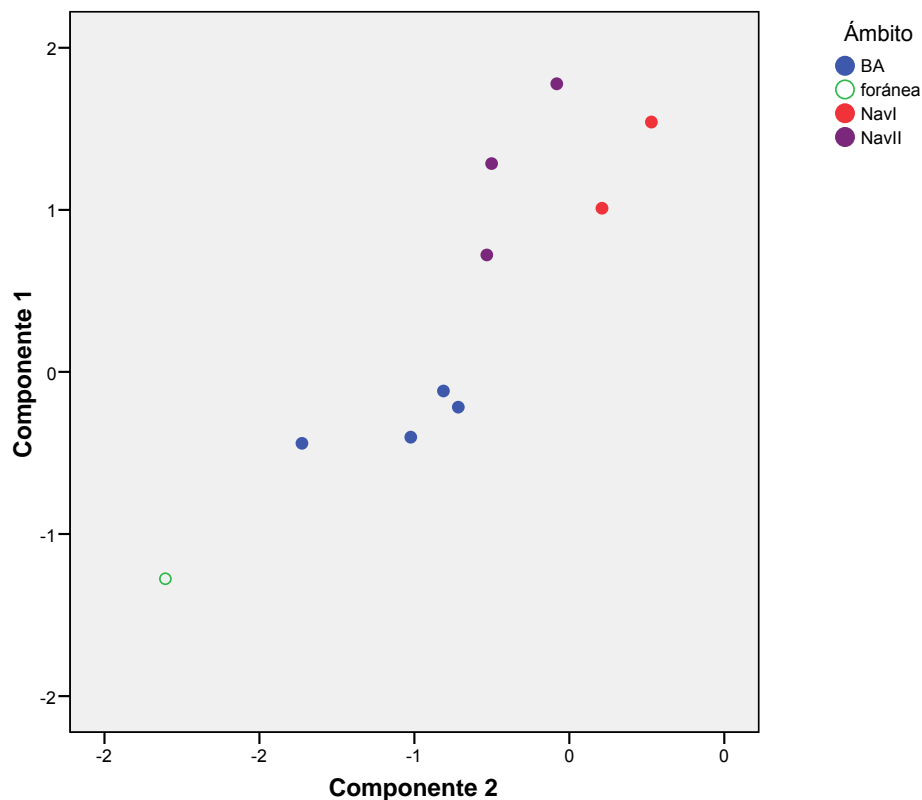


Figura 448. Distribución de las piezas de *Closo de Can Gaià* en el primer y segundo componente del análisis ACP según cronología y procedencia.

Ya se ha visto como las pastas de diferentes tipos, funcionalmente asociados a distintas actividades, se fabrican siguiendo unas pautas técnicas muy similares que proporcionan productos de textura gruesa, así como muy calcáreos. Este aspecto, a raíz de los datos expuestos en el análisis diacrónico, también sería generalizable a los diferentes tipos de estación que se documentan en este periodo.

De este modo, el tipo de pastas documentadas en época naviforme en *Closos de Can Gaià* se constatan también, por ejemplo, en estaciones funerarias como *Cova des Carritx* y en las escasas cerámicas analizadas asociadas al hipogeo de enterramiento de *Son Ferrer*, así como a los niveles del Bronce Final del asentamiento costero de *Puig de Sa Morisca*. Parece ser que en el Bronce Naviforme este tipo de productos cerámicos no se restringen a contextos de habitación sino que son comunes en todo tipo de contextos independientemente de su tipología. Al contrario de lo que se ha visto en contextos del Postalayótico I del área de *Santa Ponça*, no existe una especialización del tipo de pastas dependiendo de la funcionalidad del asentamiento.

Cuadro 89. Medias para distintas variables asociadas a la adición de desgrasantes en distintos contextos asociados al Bronce Naviforme.

Ámbito		% Vegetal	% CaO	% Mineral	% Fe ₂ O ₃	% Calcita	% cc	% Cuarzo	% Desg
<i>Son Ferrer</i>	N	1	1	1	1	1		1	1
Hipogeo (1300-1100 BC)		,0	47,22	19,2	4,07	77,5	-	5,2	19,2
<i>Son Ferrer</i>	N	1	1	1	1	1		1	1
Hipogeo (1500 BC)		3,3	29,59	19,7	5,26	62,4	-	10,0	23,0
<i>Puig de Sa Morisca</i>	N	12	12	12	12	7	5	7	12
(1200-900 BC)	Mínimo	,0	11,34	2,9	3,62	19,3	30	,5	2,9
	Máximo	3,3	48,89	28,0	7,69	94,9	45	19,3	28,0
	Media	,44	35,06	16,05	5,02	70,20	34,0	5,74	16,32
	Desv. típ.	1,06	9,10	6,39	1,12	26,71	6,51	6,25	6,51
<i>Closos de Can Gaià</i>	N	3	3	2	3	4	1	4	2
(1500 BC)	Mínimo	,0	35,68	14,0	5,04	63,9	30	1,8	14,0
	Máximo	,0	43,73	17,2	5,56	86,2	30	8,2	17,2
	Media	,00	38,75	15,60	5,24	75,05	30,0	4,92	15,60
	Desv. típ.	,00	4,35	2,26	,27	9,63		2,62	2,26
<i>Closos de Can Gaià</i>	N	8	8	3	8	8	3	8	3
(1100-850 BC)	Mínimo	,0	32,29	12,3	3,30	63,9	25	,9	12,3
	Máximo	,0	49,44	19,1	6,84	87,0	50	9,9	19,1
	Media	,00	39,24	16,30	4,83	75,28	38,3	4,17	16,30
	Desv. típ.	,00	6,07	3,55	1,14	9,76	12,5	2,77	3,55

Al margen de las particularidades tecnológicas observadas a nivel cronológico y/o espacial dentro de cada yacimiento parece ser que, como se deriva del estudio químico de otras cerámicas de yacimientos de la Edad del Bronce de Menorca (García Orellana *et al.* 2001: 66-72), las producciones realizadas en *Puig de Sa Morisca* y *Closos de Can Gaià* se relacionan claramente con producciones locales, características del propio yacimiento. Aunque no se dispone de datos químicos, el registro cerámico analizado en *Puig Morter de Son Ferragut* (Risch y Gómez Gras 2003) y *Ses Païses* (Cau 2004: 277) sugieren también, en base al estudio petrográfico, la selección preferencial de recursos locales muy concretos como determinados tipos de arcillas de carácter muy fino. Todo indica que estas arcillas se utilizaron para fabricar la amplia mayoría de artefactos independientemente de su función y parece ser, dada la generalización del uso de determinadas materias primas, que el acceso a los recursos no estaba socialmente restringido.

Del mismo modo, se ha planteado en Menorca, a raíz del análisis mineralógico de arcillas y cerámicas asociadas a *Cova des Carritx* y *Sa Talaia de Torrepetxina*, la utilización de un mismo tipo de arcilla para la fabricación de la cerámica durante largos periodos de tiempo, concretamente entre 1600-600 BC (Gómez Gras y Risch 1999).

Como sucede en sociedades etnográficas de Camerún (Livingstone-Smith 2000) o Níger (Gosselain 2008), diferentes comunidades explotan recursos arcillosos que son muy parecidos en sus características y cualidades. Este aspecto es también posible gracias a la existencia de formaciones geológicas, como las arcillas del Paleógeno en el caso de Mallorca, que ocupan grandes extensiones de terreno a nivel regional y que presentan características muy parecidas, por ejemplo, en su textura, coloración y composición mineralógica.

Así pues, se puede concluir, que el tipo de arcilla utilizada en las producciones, especialmente en aquellas que presentan abundante desgrasante mineral, constatadas en las islas suele consistir en arcillas muy finas y plásticas, sin apenas desgrasantes naturales, básicamente unos pocos cuarzos y feldespatos de tamaño muy pequeño y en escasa cantidad (Gómez Gras y Risch 1999; García Orellana 1998; García Orellana *et al.* 2001: 69-70; Alberó 2007).

Podemos plantear dos estrategias para obtener una materia prima con estas características, por un lado, se puede realizar una selección de arcillas gruesas que después requieren de la realización de un proceso de cribado y decantado de la arcilla con el objetivo de purificarlas. Por otro lado, otra opción que puede resultar mucho más rentable consiste en la selección de un recurso muy puro y fino ya de partida para fabricar las piezas, estando configurado ya así en estado natural. Esta parece la opción más verosímil en el registro cerámico estudiado.

En Menorca, todos los estudios realizados (Gómez Gras y Risch 1999; García Orellana *et al.* 2001: 69-70; Andreu *et al.* 2007) sugieren la utilización de recursos arcillosos procedentes de cavidades kársticas, como la propia *Cova des Carritx*, que están presentes en abundancia en la isla. La escasa cantidad de fracción gruesa y cuarzos, observados tanto en la Fábrica 1 como en la Fábrica 3, nos permite apuntar, en nuestro caso, más hacia depósitos del Paleógeno o del Cretácico que a sedimentos aluviales del Cuaternario.

En definitiva, la utilización de arcillas muy finas y plásticas caracteriza al registro y, en especial, a las materias primas documentadas en cerámicas de yacimientos de hábitat y funerarios que tienen un prolongado periodo de ocupación durante la Edad del Bronce. A nuestro entender este rasgo de la producción resulta relevante y posee distintas lecturas relacionadas con diferentes fenómenos que están interrelacionados y que abarcan desde la organización del espacio hasta la organización social de los recursos, así como sus connotaciones simbólicas e ideológicas.

a) Gestión de materias primas y organización espacial.

Las arcillas que, al parecer, fueron explotadas se sitúan dentro del territorio adscrito a los asentamientos y cerca de zonas que, presumiblemente, se utilizaron también para otros propósitos y actividades, favoreciéndose un conocimiento global de los recursos minerales disponibles en el entorno (Livingstone-Smith 2000). Este conocimiento de las cualidades de los distintos tipos de suelos ha quedado patente en este estudio, en el que ya se ha señalado una racionalización de los recursos en función de sus características, limitaciones y uso, al menos en lo que se refiere al material de construcción y la cerámica, desde el Bronce Final.

De este modo, la capacidad agrológica de los suelos disponibles parece bastante bien conocida ya en la Edad del Bronce ya que se observa una clara orientación en los yacimientos por situarse cerca de las tierras agrícolamente más rentables (Calvo 2009), generalmente *terra rossa*. A nivel espacial, se puede señalar que la utilización de margas calcáreas para la producción de cerámica no implica ningún detrimento de las tierras potencialmente más rentables del territorio para la explotación agrícola. Se trata de suelos muy ácidos de los que no tenemos indicios de su roturación y cuya explotación agrícola no se suele producir hasta finales de época moderna, en el siglo XVIII, cuando se empiezan a roturar los bosques de la zona de Calvià y se establecen comunidades de *roters* (Grimalt 2000).

Por otro lado, la utilización de estas vetas indica que al menos algunas de las fases de producción podían desarrollarse en el entorno inmediato del asentamiento, en una distancia inferior a 1-2 km. Este aspecto se constata etnográficamente, por ejemplo, se documenta, en *Maimama (Fariab, Afganistán)*, una alta correspondencia entre las zonas en las que se produce cal, cerámica y material de construcción. Todas ellas tienen en común que se suelen situar fuera, aunque en el radio inmediato, de los núcleos de población (Matson 1989). También en la zona de Yucatán (Méjico), la cocción de las piezas se realiza en el entorno inmediato de los asentamientos (Varela 1990). En Níger la producción cerámica se desarrolla muy cerca de los lugares de obtención de arcilla (Gosselain 2008). En este sentido, especialmente en el caso de *Puig de Sa Morisca*, la ubicación cercana en el territorio de estas arcillas muy finas habría sido ideal para desarrollar una producción cerámica en el área más cercana del asentamiento.

Por otro lado, desde la *Arqueología del Paisaje* (Criado 1993; Cobas y Prieto 1997), se señala que “...*los rasgos formales de la cultura material arqueológica reproducen los modelos de representación y construcción del espacio vigentes en cada sociedad concreta*” (Prieto 1999: 74). En este sentido, se observa como la estabilidad del espacio utilizado para la obtención de arcilla en *Puig de Sa Morisca* se mantiene siguiendo una estrategia cerrada, un patrón homogéneo y que se constata bien establecido hasta el Postalayótico I, cuando se empieza a observar un cambio en las opciones que se venían siguiendo, como se corrobora también a nivel territorial (Calvo 2009).

La utilización inter-generacional de un recurso muy concreto en el espacio pudo favorecer la generación de enlaces entre los distintos miembros de la comunidad y entre éstos y un determinado territorio de captación de recursos. En este sentido, Sofaer (2006: 131) señala “*The overwhelming use of local clay, while clearly practical and expedient, may also have bound people to the site through a close relationship between place and material expression, and control over desirable local resources.*”

Este aspecto puede observarse perfectamente, a nivel etnográfico, en tribus como la Chinautla de Guatemala (Arnold 2000), en la que las tradiciones tecnológicas se relacionan con el uso de determinadas fuentes de materia prima que muestran una amplia continuidad de uso durante largos periodos de tiempo. El uso de estos recursos concretos favorece el rechazo de la población a abandonar el territorio. Además, al igual que se ha podido observar en la zona de *Santa Ponça*, en esta sociedad sudamericana, se observa una gran estabilidad en los recursos arcillosos seleccionados, a pesar de que se hayan producido variaciones en las técnicas de fabricación, especialmente en fases como el modelado y la cocción.

En este sentido, se documenta en *Puig de Sa Morisca* la utilización de determinadas materias primas ligadas a todo el periodo de ocupación de determinadas áreas del poblado. Los datos de que disponemos actualmente señalan que la producción SM-A1, típica del yacimiento decae en la zona coincidiendo con el fin del uso de la Torre I, momento en el que el poblado parece sufrir una reorganización sustancial de su configuración con el abandono de determinadas áreas de la acrópolis y la ocupación de otras nuevas situadas a extramuros.

b) Gestión de las materias primas: organización social y connotaciones simbólicas.

La estabilidad de los recursos utilizados en la producción, que como se ha visto suele desarrollarse en los yacimientos de hábitat, puede deberse a factores técnicos, pero también sociales. Esta estabilidad puede derivarse, en gran parte, del alto grado de interacción que se produce entre los artesanos en referencia a los recursos usados y determinadas formas de hacer (Rice 1984a). Un ejemplo lo constituye el caso de los Tatuyo (Colombia), entre los que la percepción y el conocimiento que se realiza de los suelos puede resultar un aspecto compartido al nivel de comunidad (Wilshulsen y Stone 1990).

Continuando con el tema del uso continuado en el tiempo de determinadas arcillas ubicadas en zonas muy concretas del espacio, se puede señalar que, potencialmente, éste puede tratarse de un recurso con una alta carga social y simbólica. En este sentido, se puede plantear que, en este tipo de estrategias de explotación colectiva, la propiedad de la tierra y los recursos puede ser comunal y ligada al origen mítico del clan. Este tipo de estrategias se dan especialmente en zonas densamente antrópicas y en las que la transmisión del conocimiento sobre las arcillas aparece bien establecida entre los distintos artesanos.

La importancia social y simbólica que pueden tener estos recursos es patente y se plasma en la gestión que hacen estas comunidades de las arcillas, así como en las prácticas asociadas a su manipulación para la producción de cerámicas. Como señala J. Coll (1997b: 163-164), *“Muchos pueblos seleccionan cuidadosamente la arcilla a utilizar prospectando el territorio, localizando las fuentes de recursos y evaluando su calidad. La ubicación de esos yacimientos se transmite a veces secretamente, de generación en generación...prácticas como ritos secretos, guardar absoluto silencio y abstenciones de todo tipo, son frecuentes al proceder a la extracción o elaboración de la cerámica”*.

Estas prácticas asociadas a la gestión de las materias primas son importantes ya que los propios recursos, utilizados en la confección de los artefactos, suponen soportes sobre los que se manifiesta la interacción social en espacios determinados y mediante una determinada materialidad. Como señala O. Gosselain (2008: 70) *“The space within which clay is located and fetched...should be viewed as part of a potter’s ‘space of experience’; i.e. the territory within which potters and/or members of their communities live, carry out activities, and develop social interactions. Having acquired an intimate knowledge of the area through experience, potters easily locate appropriate sources, either through hearsay (by far the most common situation), or through prospecting and testing. Continued use of the same environment reinforces the ties between people, specific resource areas and specific materials.”*

Como señala P. Lemonier (2004) las técnicas presentes en toda cultura material suelen estar mimetizadas con mitos y ritos que otorgan ciertos significados y trascendencia social a las acciones que realizan los individuos. Es interesante señalar entonces que, en muchas sociedades, el proceso de extracción de la arcilla está imbuido a menudo, como en la alfarería de Quinoa (Perú) (Arnold 2000) o en Banda (Ghana) (Cruz 1996), de una fuerte carga ideológica apareciendo en diversas religiones relacionado con el culto a los ancestros y con mitos alusivos a la fecundidad y a la creación. Muchos depósitos aluviales o de albufera, típicos en la fabricación de cerámica, suelen estar en estrecha relación con el simbolismo que muchas sociedades otorgan al agua. Este tipo de prácticas ideológicas, rituales y asociaciones supra-naturales o religiosas tienen la función de limitar otras elecciones tecnológicas que también resultan aceptables en términos técnicos pero cuyo uso es perjudicial para la propia estructura social. En definitiva, tratan de naturalizar las elecciones que realiza el conjunto del grupo. De este modo, la utilización de determinadas materias primas puede tener cierta significación como mecanismo capaz de cohesionar socialmente y de materializar la identidad, en especial la del conjunto de alfareros que explotan el depósito.

Ello explica por qué, a menudo, la extracción de arcilla lleva asociadas prohibiciones explícitas³⁷², la realización de sacrificios u ofrendas a la tierra y la creación de altares destinados a tal efecto. Los rituales que se realizan en torno a la producción cerámica constituyen formas de comunicación no verbal capaces de regular, organizar y coordinar socialmente a las personas y, por tanto, a la producción. Esto es así especialmente en aquellos casos donde ésta está diversificada en diferentes unidades autónomas (Pfaffenberger 1992; Barley 1994: 23, 51-52; Dietler y Herbich 1998; Koriakova 2007; Arnold 2000).

³⁷² Por ejemplo, las mujeres que están menstruando no pueden recoger arcillas en algunas zonas de África, como el oeste de Ghana (Barley 1994; Cruz 1996).

De este modo, se documentó en Tabasco (México) como la obtención de la materia prima a nivel grupal favorecía la interacción social entre las productoras y el desarrollo de ciertas creencias sobrenaturales “...se reunían (las mujeres) en grupos de cinco o seis para ir a buscar barro y arena a los manglares, lo que si bien representaba trabajo, también les permitía tener un rato de esparcimiento... las áreas para conseguirlo eran abiertas y se compartían...Entre la población yoko yinikoob más conservadora sólo las mujeres debían frecuentar el lugar donde éste (el barro) se extraía...las mujeres que salían a buscarlo no debían mencionar su nombre en lengua yokot’an,...en caso de hacerlo las vasijas se fracturarían durante su elaboración.” (Gallegos y Armijo 2008: 369).

También en los valles centrales de Chile se desarrolló la explotación comunitaria de arcillas y combustibles (García Rosselló 2008: 131), y en Camerún se observa la explotación compartida de un mismo depósito de arcilla, que puede ser extraída tanto de forma individual como colectivamente (Gosselain 1994).

Finalmente, resulta muy interesante señalar que la estrategia de explotación comunal de la materia prima ligada a la producción SM-A1 habría implicado una exhibición visual más marcada del espacio del que se extrae la materia prima, ya que “*The scale and, to a certain degree, the ‘architectural’ characteristics of the source depend on the number of potters using it. Isolated artisans tend to use small pits, while groups of potters may turn a hill or a riverbank into a Swiss cheese.*” (Livingstone-Smith 2000: 24).

Como se ha señalado anteriormente, no puede establecerse un estudio del ritual asociado a la materialidad sin conocer el contexto social en el que éste se inserta (Salas 1999). En este sentido, ya se ha comentado en reiteradas ocasiones la importancia que pudo tener la producción de cerámica, al igual que otros tipos de cultura material, para remarcar la identidad del grupo y para cohesionar la comunidad, especialmente desde el Bronce Medio/Final hasta 300 BC. Todos los datos indican que este tipo de estrategias empiezan a disiparse en el periodo de transición al Postalayótico, resultando más evidentes a medida que se avanza en este periodo.

Por otro lado, se puede señalar la posibilidad de que exista cierto control de este tipo de recursos, sin que exista un control directo sobre la producción. El control sobre las materias primas puede suponer un mecanismo sobre el que plantear una dialéctica sobre el poder social (Dobres y Hoffman 1994).

Si bien el acceso a las fuentes de arcillas pudo estar restringido³⁷³ todo indica que no se controla la producción, sino sólo el acceso de los alfareros a la arcilla. Ello determina un control indirecto y parcial sobre la producción, por ejemplo, limitando el número de extracciones o la cantidad de arcilla extraída y, por tanto, el número de piezas fabricadas y la escala de producción. También condiciona, en parte, el tipo de soluciones tecnológicas que deben efectuarse sobre los recursos para poder confeccionar y utilizar un artefacto con éxito. Los alfareros, pueden evitar este control de los recursos más accesibles y adecuados explotando depósitos arcillosos alternativos no sujetos a ningún tipo de control.

Sin embargo, esta estrategia conlleva un incremento del esfuerzo para abastecerse de materia prima: 1) El alfarero debe, primero, localizar un nuevo recurso. 2) Posteriormente, debe transportar la nueva materia prima, que además puede estar más lejos de las áreas de producción que las vetas socialmente controladas. 3) Finalmente, las arcillas recolectadas pueden ser de peor calidad por lo que los alfareros deben adecuar y manipular la materia prima a sus necesidades incorporando nuevas soluciones tecnológicas con las que primero deben experimentar y familiarizarse en un lapso de tiempo donde la producción realizada está sometida a un alto índice de riesgo y fracaso.

En este sentido, se puede señalar que la producción de cerámicas, al menos en el Bronce Final y época Talayótica y, en menor medida, en el Postalayótico I, podría estar, tal vez, más o menos controlada en dos fases de la cadena operativa, la selección de la arcilla y la cocción de las vasijas. Éstas son precisamente las fases más delicadas del proceso de fabricación ya que tienen un carácter irreversible y en ellas el alfarero no controla un alto número de las variables que intervienen en el proceso de creación, lo que supone un momento de riesgo para la consecución de los productos finales. Este aspecto explica por qué estas dos fases son las que suelen incorporar más rituales asociados dentro del proceso de fabricación. En este sentido, puede ser interesante realizar prospecciones intensivas, e incluso excavaciones, con la finalidad de identificar los lugares de extracción y tratar de documentar si existe algún tipo de cultura material vinculada a las actividades desarrolladas en los mismos como herramientas, contenedores de arcilla u objetos de otro tipo.

³⁷³ Por ejemplo, en Ticul las arcillas de mayor calidad estuvieron tradicionalmente bajo el control de las élites (Arnold 2000).

Finalmente, hay que incidir en los contextos de hábitat de la presencia de otras pastas muy marginales a nivel químico y/o petrográfico que tienen una escasa representación dentro del registro de cada periodo y que se han podido constatar en nuestro estudio, así como en otras investigaciones realizadas en la isla (Risch y Gómez Gras 2003). Los rasgos de las pastas de estas piezas deben asociarse a otro tipo de dinámicas, diferentes de las comentadas anteriormente. Estas pastas, parecen responder más a acciones individuales y pueden relacionarse: 1) con alfareros que realizan ocasionalmente piezas que se salen de las tendencias tecnológica de la comunidad. 2) Más probable resulta pensar que éstas podrían ser producciones relacionadas con otras unidades productivas del yacimiento o incluso con otras localizadas fuera del mismo y, en algunos casos, procedentes de fuera de la isla. En este sentido en *Puig Morter* la cerámica procedente de otras unidades productivas y que se interpretó como producto de relaciones de intercambio se situó en un 20% del total (Risch y Gómez Gras).

c) Contextos de hábitat, cerámica y funcionalidad.

En lo que respecta al *Puig de Sa Morisca*, los rasgos de las cerámicas encajan bien con la función observada en el asentamiento, al menos para el siglo IV BC, de donde procede la cerámica mejor contextualizada funcionalmente y adscrita a la fase de ocupación de la Torre I. Todo indica que esta estructura fue amortizada como lugar de vivienda con almacén durante el siglo IV BC (Guerrero *et al.* 2002). En lo que se refiere al Navetiforme 1 de *Closos de Can Gaià*, los hallazgos efectuados en este y otros yacimientos de las mismas características apuntan claramente a una casa o ámbito doméstico. De hecho, como sucede en otros navetiformes como *Alemany*, parece ser que el área de actividad cotidiana se habría situado en la zona más cercana a la entrada, que presentaba sólo una altura. Este hecho parece evidenciarse gracias al hallazgo en esta zona de un mortero de piedra, una mesa pétreo de trabajo y la abundancia de restos de alimentos y cerámicas. Este aspecto resulta interesante puesto que este es la zona de la vivienda en la que las piezas y la tecnología de uso resultan más visibles para el resto de la comunidad.

De este modo, se puede suponer que, en ambos casos, se habrían desarrollado actividades ligadas al ámbito doméstico y cotidiano como cocina, gestión de líquidos y sólidos, almacenaje y servicio, lo que explicaría la diversidad morfo-tipológica observada en los yacimientos. Si bien, como se ha explicado antes, las opciones tecnológicas detectadas parecen más encaminadas a satisfacer ciertas necesidades sociales, se observa cierta adecuación funcional de las pastas cerámicas en términos generales. Las pastas de las piezas se ajustan perfectamente a este tipo de actividades. En estos yacimientos, los diversos rasgos tipológicos de las piezas remiten a funciones diferentes, sin embargo, las arcillas y las Fábricas (F-1 y F-3) utilizadas para fabricar las vasijas son muy parecidas, independientemente del tipo a confeccionar. Esencialmente, las pastas se diferencian unas de otras por la presencia/ausencia de desgrasante vegetal y por variaciones de la textura y los desgrasantes utilizados.

En este sentido, apuntamos a unas cerámicas de uso diario y cotidiano, por tanto, repetitivo, en el que el reemplazo de las piezas puede ser más o menos importante dependiendo del contexto de uso, las actividades realizadas y la calidad de las vasijas. Ello podría haber condicionado un esfuerzo extra en este tipo de asentamientos por hacer pastas más duraderas y fábricas más homogéneas.

Ello habría revertido también en el ámbito social, favoreciendo una producción más cohesionada, pero por otro, esta estrategia habría favorecido también la creación de unas pastas de mejor calidad, más aptas para su uso cotidiano y con una esperanza de vida mayor.

Como se comentó anteriormente, si se comparan las piezas del Postalayótico I del *Puig de Sa Morisca* con las halladas en el asentamiento funerario de *Son Ferrer* se puede observar claramente que las piezas del primer yacimiento están mejor confeccionadas. Ello parece relacionarse con una adaptación funcional a las actividades que se desarrollan en cada asentamiento y la vida de uso que requieren los artefactos para poder ser llevadas a cabo, determinando la variable durabilidad de las piezas. Por un lado, las muestras de *Puig de Sa Morisca* suelen presentar una cantidad inferior de materia orgánica (<8%) que decrece a medida que se añade más calcita a las pastas. La cantidad de CaO en las pastas determina también una tendencia hacia piezas más calcáreas en *Puig de Sa Morisca* que se relaciona con la adición de una mayor cantidad de desgrasante mineral, esencialmente calcita cristalina y otras rocas cercanas al área de captación del yacimiento.

La adición de desgrasantes minerales triturados, en detrimento de la materia orgánica, tiene como resultado la obtención de unas pastas más gruesas y menos porosas, más resistentes a los impactos y a la abrasión y, en muchos casos, capaces de soportar una exposición al fuego. En este sentido, se observa, en comparación con lo documentado en contextos funerarios postalayóticos, la fabricación en *Puig de Sa Morisca* y *Closos de Can Gaià* de pastas más versátiles funcionalmente hablando, mejor preparadas para usos poli-funcionales, para soportar procesos repetitivos y, en definitiva, con una mayor durabilidad y esperanza de vida.

Es interesante señalar como hipótesis que, en los últimos momentos de la ocupación del poblado de *Puig de Sa Morisca*, a finales del siglo II BC, se pudieron producir cambios sustanciales en el registro cerámico de este yacimiento que contrastan con el modelo funcional y contextual planteado para fases anteriores. La única cerámica (P-36) a mano de finales del siglo II BC que ha podido ser analizada ha presentado unos rasgos completamente diferentes a los observados en las cerámicas del siglo IV BC. En cambio, la utilización de una pasta *border calcareous* rica en cuarzo nos sitúa ante un registro mucho más cercano al observado en el turriforme escalonado de *Son Ferrer* y en algunas piezas del *Turó de les Abelles* durante el Postalayótico Final.

Esperamos que futuros estudios que amplíen el registro cerámico del Postalayótico Final del *Puig de Sa Morisca* puedan confirmar esta tendencia, que sólo ha podido ser perfilada muy precariamente aquí para este yacimiento, en la que se documenta un cambio tecnológico profundo que afecta tanto a las arcillas como a las técnicas utilizadas, así como al producto final obtenido. Ello indica una desestructuración total de las estrategias productivas que excede ya el ámbito funerario, resultando evidente el *Turó de les Abelles* y, al parecer, el *Puig de Sa Morisca*.

Como ya se observó en el *Turó de les Abelles*, se produce en los niveles más tardíos del poblado del *Puig de sa Morisca* la incorporación esporádica de adobes y cal como elementos constructivos³⁷⁴.

³⁷⁴ Este fenómeno, que relaciona cambios constructivos con cambios urbanísticos y de la organización espacial, se observa en esta fase en Mallorca (Castro *et al.* 1997), así como en múltiples comunidades indígenas del Mediterráneo Occidental que mantuvieron intensos contactos con agentes externos (Dietler 1997; Sánchez García 1999).

Estas características del registro material, las actividades destinadas al intercambio y la proximidad geográfica suponen elementos para plantear la posibilidad de que la población del *Turó de les Abelles* tuviera alguna relación con la de *Puig de Sa Morisca* (Guerrero 1999). Ya se señaló que, en consonancia con otros estudios etnográficos³⁷⁵, la arcilla utilizada en ambos asentamientos para adobes era muy parecida y que podía proceder del entorno más cercano a los asentamientos, donde se documentan abundantes calizas margosas.

Además de explotar determinados recursos muy parecidos, la presencia de una relación entre *Puig de Sa Morisca* y el *Turó de les Abelles* aparece vinculada en esta fase con algunas de las piezas más pequeñas, como las halladas en el Sector 9 (TSB-9/90, TSB-9/91) y las pesas de telar (TSB-4/43, TSB-8/33) de este último yacimiento. Si bien, la mayoría de piezas de ambos asentamientos se han diferenciado claramente mineralógica, química y texturalmente (Figura), estas piezas no se asocian a las producciones TSB y evidencian que se utilizaron materias primas muy similares a las propias del *Puig de Sa Morisca*. Yacimiento que, tal vez, podría haber abastecido a la estación artesanal de algunas piezas muy concretas fabricadas con arcillas muy del área. Todo indica diferencias sustanciales entre el registro del Postalayótico I de *Puig de Sa Morisca* con el del Postalayótico II del resto de yacimientos, incluso de algunos muy cercanos como el *Turó de les Abelles*. Si bien, este cambio tecnológico pudo darse también en esta segunda fase yacimientos de hábitat como *Puig de Sa Morisca*.

³⁷⁵ En la zona de Maimama (Fariab) los materiales terrosos blandos situados cerca del río son los seleccionados para hacer adobes (Matson 1989).

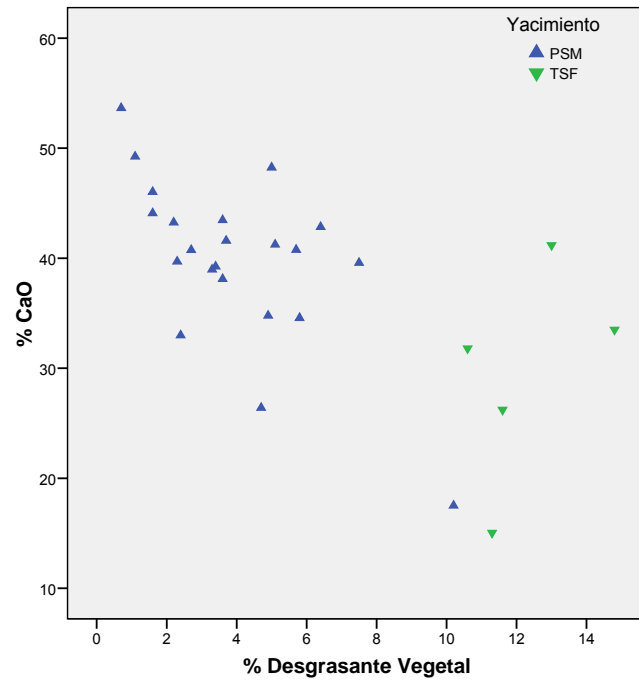


Figura 449. Dispersión de las piezas del Postalayótico I de *Puig de Sa Morisca* y de *Son Ferrer* en función al % de desgrasante vegetal y % de CaO. Observar la clara distribución de las piezas en base al asentamiento.

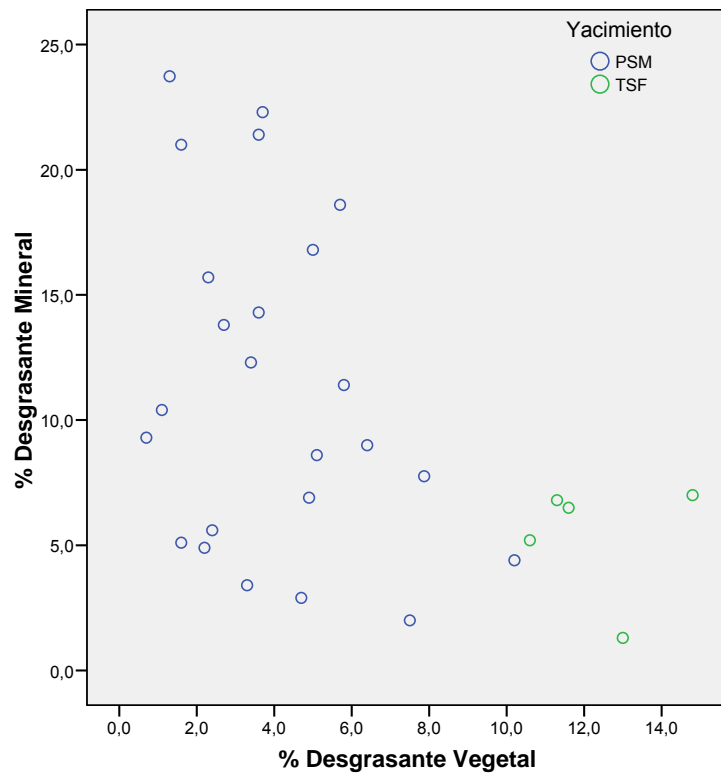


Figura 450. Dispersión de las piezas del Postalayótico I de *Puig de Sa Morisca* y de *Son Ferrer* en función al % de desgrasante vegetal y % desgrasante mineral. Observar la clara distribución de las piezas en base al asentamiento.

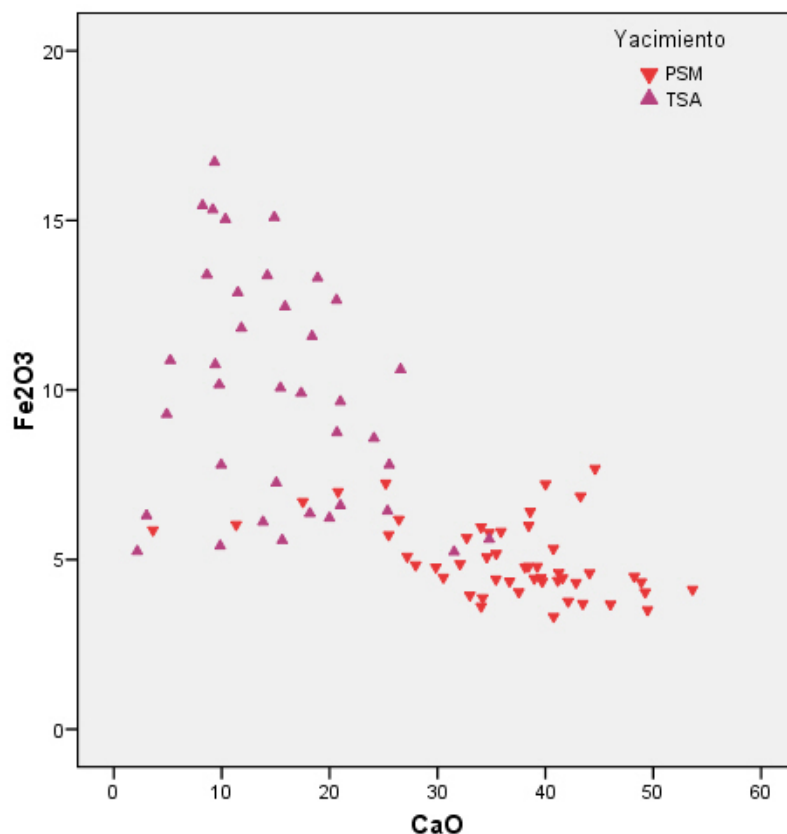


Figura 451. Dispersión de las piezas del Postalayótico I de *Puig de Sa Morisca* y del Postalayótico II del *Turó de les Abelles* en función al % de CaO y Fe₂O₃. Observar la clara distribución de las piezas en base al asentamiento.

28.5. Conclusiones: Tecnología y Contexto.

Además de importantes diferencias cronoculturales, en base a los datos obtenidos de las cerámicas, podemos observar algunos aspectos interesantes que relacionan el contexto de deposición de las vasijas con su tecnología de fabricación así como con sus modos de distribución en el espacio. Ello evidencia que existen, en algunas situaciones, ciertas tendencias a la hora de fabricar los artefactos en función del tipo de actividades en los que éstos van a participar.

Podemos precisar que, tanto en el Bronce Final como en época talayótica, los rasgos de las cerámicas se muestran extremadamente parecidos en asentamientos que se asocian a una funcionalidad diferente. Las pastas constatadas en el Bronce Final son muy parecidas, independientemente de si se trata de contextos funerarios (*Cova des Carritx, Son Ferrer*) o no funerarios (*Closos de Can Gaià, Puig de Sa Morisca, etc.*). Además, no existe una adecuación de las pastas a las diferentes tipologías que aparecen en los diferentes contextos, sino que se usa un mismo modelo para todos los productos.

En época Talayótica no se observan tampoco diferencias entre las pastas documentadas en contextos de poblado como *Puig de Sa Morisca, Son Fornés, Son Ferrandell, etc.* y áreas rituales como la observada en *Son Ferrer*. Todas las tipologías y las cerámicas de diferentes contextos se fabrican siguiendo unos mismos patrones de producción. En este último ámbito, los rasgos de las pastas cerámicas no presentan divergencias relacionables con el espacio y sus actividades, sino que muestran muy parecidos a los observados en contextos de hábitat. Ello permite establecer que, además de responder las características de la cerámica y su distribución a dinámicas sociales, pudo existir un vínculo entre las actividades rituales desarrolladas con aquellas propias de cerámicas domésticas utilitarias. La vinculación de la mayor parte de la producción del ámbito ritual con el Grupo de Referencia del *Puig de Sa Morisca* indica, así mismo, que las actividades realizadas en *Son Ferrer* pudieron estar estrechamente conectadas con los individuos de este primer asentamiento.

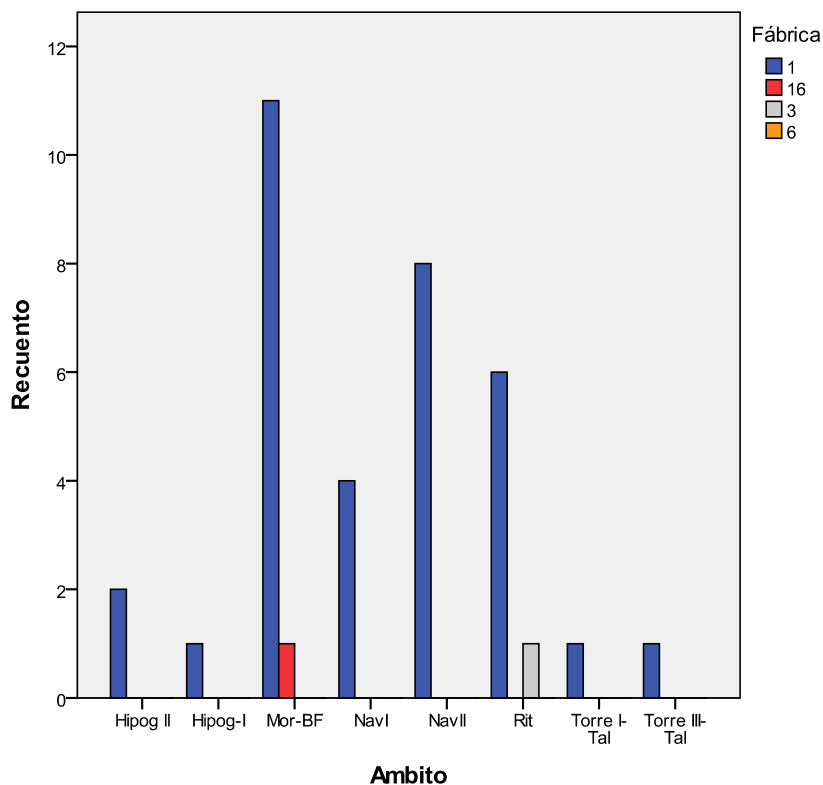


Figura 452. Fábricas documentadas en la Edad del Bronce y época Talayótica asociadas al hipogeo y al ámbito ritual de *Son Ferrer*, a la fase naviforme de *Closos de Can Gaià* y a niveles del Bronce Final y época Talayótica de la Torre I y la Torre III de *Puig de Sa Morisca*. Observar la utilización de una misma fábrica en asentamientos vinculados a distintas funciones.

Es en el Postalayótico I cuando se empiezan a observar diferencias entre el registro de distintos tipos de asentamientos. En esta fase, se constata como las piezas del ámbito funerario de *Son Ferrer* presentan diferencias notables con el registro del mismo periodo observado en *Puig de Sa Morisca*. Por un lado, se documenta como el registro ligado a contextos de hábitat como la Torre I evidencia piezas de mejor calidad, especialmente asociadas de la Fábrica 1, más adaptadas funcionalmente a usos repetitivos y con una mayor durabilidad. En este contexto, la explotación de determinadas arcillas por la amplia mayoría de unidades productivas pudo reafirmar vínculos sociales y de adscripción al territorio. Las materias primas serían instrumentalizadas para formalizar el uso social que se hace del espacio con el probable desarrollo de prácticas simbólicas utilizadas para reafirmar el carácter comunal no privado de los recursos. Todo este tipo de fenómenos, en esta fase, podrían conducirnos hacia mecanismos de resistencia que los individuos ponen en práctica en vistas hacia una creciente desestructuración de formas de organización ancestrales.

Por otro lado, se documenta una menor calidad de los productos, así como un incremento de su grado de variabilidad, en contextos funerarios de este periodo en *Son Ferrer*. La alta variabilidad tecnológica está, al parecer, ligada a dinámicas espaciales que intervienen en las formas de deposición de las piezas. En este caso, la funcionalidad parece determinar la tecnología de las pastas, dado el corto periodo de uso que van a tener las piezas los alfareros no destinan esfuerzos en realizar una producción cerámica más homogénea y duradera. A pesar de que la calidad de las vasijas sea menor y la producción se muestre con un mayor carácter autónomo y menos cohesionada socialmente, ello no significa que estas cerámicas no desarrollaran cierta carga simbólica ligada al uso de los recipientes como contenedores funerarios. En todo caso el esquema conceptual de aquellos alfareros que produjeron cerámica funeraria fue similar entre ellos, obedeciendo a una serie de pautas comunes: arcillas poco preparadas, uso preferente de desgrasante vegetal, cocción deficiente, que se diferenciaban claramente de las seguidas en contextos de hábitat.

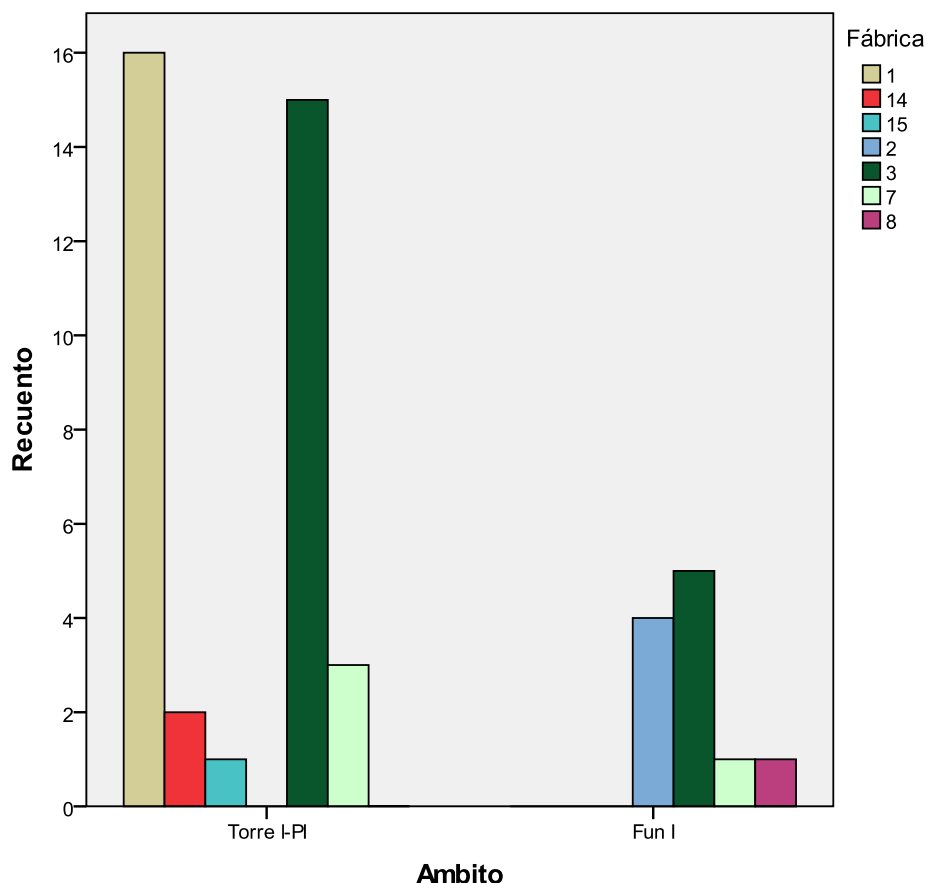


Figura 453. Fábricas documentadas en el Postalayótico I asociadas al ámbito funerario de *Son Ferrer* y a la Torre I del *Puig de Sa Morisca*. Observar la preferencia por usar la Fábrica 1 en el ámbito no funerario.

Finalmente, durante el Postalayótico Final no se observan variaciones sustanciales en las vasijas en base al contexto, sino que el registro se muestra muy variable, independientemente del tipo de asentamiento estudiado. Existe, además, una escasa adaptación funcional, respondiendo los rasgos de las cerámicas a distintas formas de producción ligadas a un incremento de las unidades productivas y a una escasa cohesión social de la producción. Por ejemplo, en la estación artesanal del *Turó de les Abelles* se observa una clara diversidad en las fábricas y producciones que están presentes en los distintos ámbitos, la producción no se organiza en función de las habitaciones consignadas y podrían responder más a estrategias de reparto y de distribución de las cerámicas producidas por distintas unidades productivas. En todo caso, este yacimiento ha mostrado unas producciones y fábricas, como F-2, que son exclusivas de sitio pero cuya utilización parece responder a criterios productivos más que funcionales.

También la única muestra analizada de esta fase del *Puig de Sa Morisca* evidencia una ruptura con la tendencia social y funcional comentada anteriormente para el yacimiento. Independientemente del tipo de yacimiento, se observa cómo se produce una reducción de calidad en las pastas que sugiere una escasa adaptación funcional de las mismas y, probablemente, el ajuste de los rasgos de los artefactos, las técnicas y los materiales a nuevas formas de organización social de la producción.

El único yacimiento que parece mantener la tendencia ya observada anteriormente en el Postalayótico I es el ámbito funerario de *Son Ferrer*, en el que tanto las pastas como la función del asentamiento coinciden en mantenerse relativamente estables. Ello probablemente está ligado, como se comentó anteriormente, al hallazgo de una fórmula productiva adecuada y eficiente para aquellas piezas que van a tener una corta vida de uso y en las que su significado simbólico y social no viene definido por los rasgos tecnológicos de las pastas, sino por las formas cerámicas utilizadas y una estrecha relación contextual con sus contenidos y con el espacio en el que la cerámica es depositada.

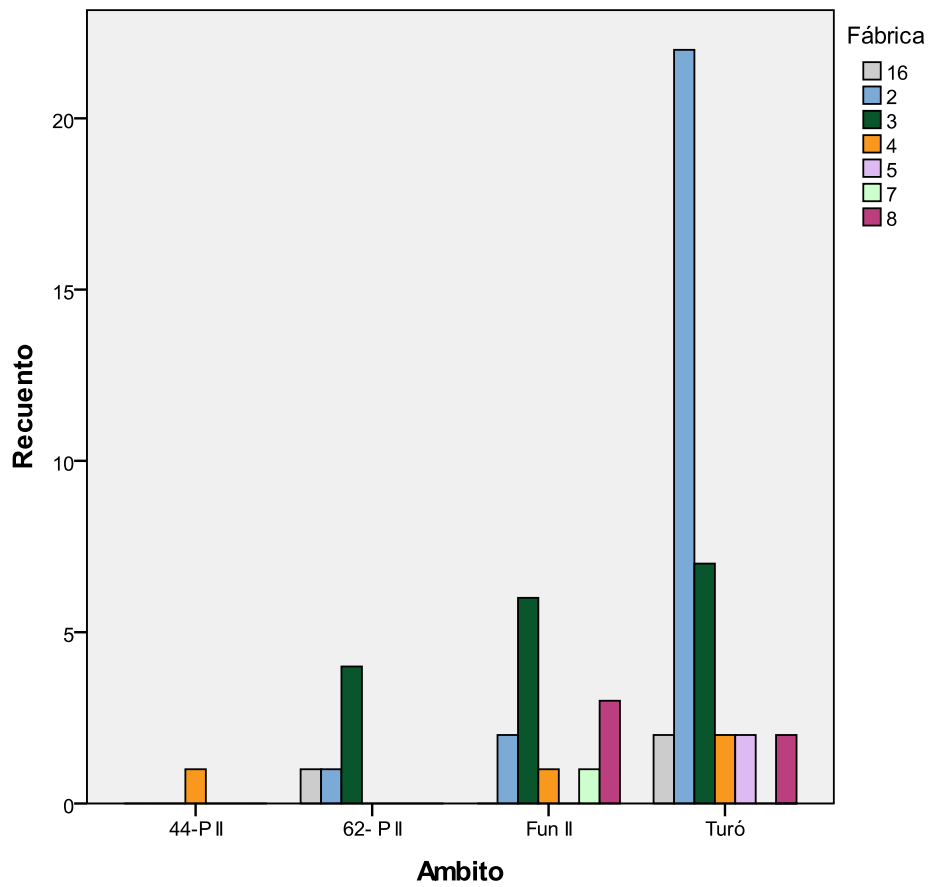


Figura 454. Fábricas documentadas en el Postalayótico II asociadas al ámbito funerario, a la UE-44 y la UE-62 de *Son Ferrer* y a la *Turó de les Abelles*.

CHAPTER 9: CONCLUSIONS.

The work comprised the study of 200 ceramic samples from different Bronze Age and Iron Age archaeological sites located in Majorca (Spain). The analysis of ceramic samples focused on the ceramic characterization and the establishment of specific *operative chains*. This procedure represented a useful tool for assessing the presence of different technological traditions along time regarding pottery production in Balearic prehistoric communities. The theoretical and methodological approach, in agreement with the historical context, has permitted the interpretation of significant social and technical behaviours related to pottery production. As the data suggest, the preparation of pot pastes underwent great changes during the considered periods and also between the sherds from the different archaeological sites studied. The features of the pots respond to dynamics in the social organisation of pottery production, knowledge transmission systems and learning contexts in the investigated area.

We have combined several archaeometric methods (Petrography,

XRPD, XRF, Image Analysis, SEM-EDX) with ethno-archaeological documentation and self conducted experimental analysis. This methodological background has permitted the interpretation of significant behaviors involving raw materials procurement, addition of temper, surface treatment techniques and firing strategies. This methodology has permitted to compare ceramic technologies discovered to be from different time periods or sites but that were developed or used in the same hinterland. Therefore, we are now in disposition to answer which changes occurred in the ceramic technology during prehistory in Mallorca and the connections between the potteries and the other clay artefacts. Also we have investigated the connections between the potteries found in the different sites placed in the Santa Ponsa area and their relations to diverse social dynamics involved in the organization of production.

One of the primary goals of this study was to adopt a holistic approach to the examination of ceramic material culture. Such an approach entailed

examining the entire process of creating pottery, from the procurement and processing of the raw materials to the firing stage, together with studying the provenance and use of the pots. In addition to the physical examination of pots, the study included fieldwork to collect and characterise samples of potential raw materials. A further important development of this approach was to extend comparisons of the raw materials used in ceramic production to include materials used in the production of other types of artefacts. This comparison allowed us to build a picture of the interrelationships of, and transfers among, different technologies.

We are able to divide the results obtained in different sections regarding the nature of the interpretations:

- 1) Compositional analysis of pottery, ceramic artefacts and clays.
- 2) Techniques and raw materials.
- 3) Relation between paste and typology.
- 4) Technology and society.

1) Compositional Analysis

1.1) Clay characterization

Clay samples from different geological deposits were collected from the nearest environment and sampled. The analytical procedure combined archaeometric studies of pots with the characterization (texture, mineralogy and microfossil analysis) of the nearest clays. This approach provided us with relevant data to compare the pots' formal characteristics with those observed in the nearest plastic clays. The methodology was essential to compare the geological, mineralogical and textural similarities between the vessels and the main plastic resources from the environment. Compositional studies of raw materials provided a framework that could be useful in determining the origin of resources used in the production.

The advantages observed in this approach emphasize to pay attention into potential variability among local raw materials in studies of hand-made prehistoric pottery, where the pots tend to have a local provenance and limited distribution across space. As we stated, it may be more appropriate to examine resource catchment strategies on a

micro-regional scale. By examining which local materials were used for pottering we discovered the ecological, functional, and cultural factors that affect prehistoric communities' choice of resources. This approach has enabled us to better understand the technological choices developed by ancient potters according to their environment possibilities. Thus, determinations related to technological traditions in local uses of raw materials contributed to our understanding of cultural strategies.

The XRPD analysis of different geological clays demonstrated that all of the deposits had similar qualitative mineralogical compositions. The clay assemblages were characteristic of carbonate sediments and usually varied only in the amount of quartz and calcite. This fact suggested the necessity of an exhaustive characterization of potentially employed clays for further comparisons with pottery assemblages. We thus combined a micropalaentological approach with mineralogical and textural data. The microfossil identification of each clay sample was well correlated with the geological time of the deposits present in the area. The study of microfossils represented a potential tool for determining the provenance of pots

and the raw materials involved in ceramic production.

When comparing the age and the paleoenvironmental and sedimentary context of the microfossils that are present in the ceramic pastes with those presented in clays from the environment, we detected some human practices related to the selection and preparation of raw materials. Ultimately, the documentation of raw material management in specific contexts and eras provided a tool for understanding the functional, economic, symbolic and cultural skills involved in human behaviors. Therefore, one of the main objectives of this research was to introduce the potential impacts of raw material analysis in the study of prehistoric pottery from Mallorca.

1.2) Pottery characterization:

Pottery sample mineralogical composition did not show any difference between different sites or periods. Most of the samples analyzed were characterised by the presence of illite-muscovite, quartz, calcite and some traces of feldspars. These are also the main minerals present in all clay soils analysed in the area. We also identified

some traces of iron oxides in many samples that came exclusively from the *Turó de les Abelles* site. No high-temperature minerals appeared in the most part of the diffraction data. The diffractograms vary primarily in the peak intensities of quartz and calcite. We only identified high-temperature mineral phases in the Early and Middle Bronze Age pots from *Closos de Can Gaià*, in which it is possible to observe anorthite linked to the formation of high-temperature plagioclases, and ghelenite and hematite peaks.

The XRPD analyses were well correlated with the mineralogical differences between petrographic groups and the composition of the nearest clay deposits. The majority of the non-plastics we detected are calcareous, whereas other minerals, such as quartz or feldspars, appear less frequently in the samples we analysed.

Statistical explorations of chemical data combined with petrologic observations from ceramic samples showed clear differences between the pots of the diverse archaeological sites. In addition, the petrologic data appears to correlate well with the chemical differences detected by XRF. Evident groupings depending on the amount of

CaO, Fe₂O₃, TiO₂ and Zr were easily identified in dispersion plots. These oxides have been revealed to be very helpful for establishing distinctions in the ceramic record. We were able to divide most of the pots into diverse main chemical groups, while some pots from each site were considered as outliers and did not fall into any of these groups. The total variation was found to be considerably high and revealed the existence of a polygenic origin and the presence of different groupings for the analyzed individuals. It was clear from the variation matrix that some elements (CaO, TiO₂, Sr and MgO) have an important contribution in the existing variability in the chemical data.

The pots can be firstly categorized into two main groups regarding their CaO content. This division reflected the influence of technological factors on the materials' various chemical categories. The high variability observed in the CaO concentrations is at least partially related to the addition of spathic crystals of calcite as temper to the paste. In addition, the chemical data indirectly reflect these actions on the potters' part. Actually, the data obtained suggested that the concentrations in those both

elements could be the result of human actions which introduce a high variability in the chemical data-set.

Further statistical analysis focused on the origin of the samples and the establishment of Reference Groups the chemical data determined by means of XRF was developed without considering CaO and Sr. Both elements introduced a high variability in the data-set. The various groupings we detected showed the existence of different Reference Groups and unsuccessfully classified productions. The v_t values provided evidence that a high chemical similitude exists among samples from each production and, therefore, these samples probably have the same origin.

The samples from Puig de Sa Morisca were characterised by higher K_2O levels and lower Zr, Fe_2O_3 and TiO_2 contents as compared to the TSB samples. It is a homogeneous group, although there are samples from diverse chronologies. As such, it constitutes the first Reference Group (SM-A1) related to samples placed in the Tower I part of this site that was established independently of the chronology of the pots. A high variability in the amount of CaO exists among the members of this reference group because of what appears to be

technological factors. The petrographic and textural analyses provided evidence that variable amounts of calcite were added to the samples of this production, increasing the variability attributable to technological factors. Except for slight variations in the Sr and Zn concentrations, it is interesting that the TSF-C production fits well chemically with our SM-A1 production. Both groups of samples, if linked, represent a single production formed by 40 ceramics with extremely close geochemical origins.

We distinguished different petrographic groups by the presence of inclusions like limestone, sandstones, microfossils, iron oxides and the size and amount of detrital minerals like quartz or feldspars. Although other tempers, such as breccias or grog, were found in some pots, these other tempers are represented only by isolated samples. The *Petrographic group 1* is characterized by the presence of spathic crystals of calcite and the observations on some clay pellets found in the clay matrix, suggested the utilization of highly plastic clays with some limes and very fine sands for vessel construction. We observed molluscs and foraminifera, mainly planktonic, in several pots of this

group. The foraminifera, chemical, mineralogical and textural data were well correlated with the characteristics observed in Tertiary clays located close to the SM site. Petrographic analysis suggested differences in the thermal alteration degree of calcite.

The *Petrographic group 2* is related to iron-rich samples from the TSB site that showed a composition completely different than that found in the samples from other settlements. We distinguished some samples from TSB that can be considered unique fabrications as suggested by petrologic and chemical analysis. Chemically, the TSB pots are clearly distinguishable by the higher content of Fe_2O_3 , TiO_2 and Zr related to abundant ferric and titanium oxides and the presence of zircon. Petrographic analysis revealed an abundance of coarse circular-shaped opaque iron oxides. The paste from this petrographic group seemed poorly mixed and had abundant clay pellets suggesting the utilization of dirty or poorly-homogenised clays for vessel construction. Moreover, no microfossils were found in the matrix. Finally, we have documented the accessory presence of spathic, rhombohedral and prismatic crystals of calcite. The minority presence

of this temper in the pots can explain why the TSB vessels have lower CaO levels. Petrographic analysis suggests that the main differences between the samples from the TSB Iron-rich Fabric are related to the amount of limestone, opaque inclusions, quartz and the presence of spathic crystals of calcite.

The *Petrographic group 3* was characterized by the presence of crushed calcarenites, a low number of pots were tempered by bioclastic calcarenites rather than by spathic crystals of calcite. The higher levels of quartz and the presence of rock fragments in Petrographic group 3 can be related to accidental introduction when the rock was crushed to make temper for use in pottery production. In the microfossil analysis of these samples, we documented the presence of planktonic and benthic foraminifera. Mineralogical and foraminifera analysis suggested that at least in some of the samples the use of Tertiary clays from the nearest area mixed with calcarenites that are abundant in the proximity.

The *Petrographic group 4* is a quartz-rich fabric divergent from the other TSB and SM pots due to their low Fe_2O_3 and CaO content. The mineralogical composition of these pots

is characterised by high quartz content. The optical analysis reveals an active clay-rich matrix with low amounts of organic temper, where no foraminifera or calcite compounds could be identified.

The *Petrofabric 5* is related to an igneous intrusive fabric peculiar in terms of its mineralogical, petrographic and chemical qualities. Its main characteristics are its high potash, feldspar and plagioclase contents, as well as the absence of calcium carbonates and a large amount of quartz. Unlike the other thin sections, here the muscovite flakes are more abundant and larger; some biotite crystals are also present. This mineralogical composition is chemically correlated with the highest K_2O content within the samples we analysed, content that must be strongly linked to the abundant presence of potash feldspar. Its high concentration of SiO_2 must, in contrast, be related to the high concentrations of quartz and the absence of carbonates. All the available data suggested the presence of a non-calcareous raw material related to igneous and granitic clay soils absent from the geological formations of the island.

We have identified calcareous rock fabrics tempered with breccias or limestone. Given these samples, one could argue that both these Late Iron Age pots signal a clear preference for substituting spathic crystals of calcite for other materials to temper pots. The clay matrix from these samples displays some planktonic foraminifera and some round-shaped clay pellets with a very fine texture, which suggests that the clay used for pottering was highly plastic. Mineralogical and foraminifera analysis suggest the use of local Tertiary clays mixed with coarser rocks that are abundant in the area. Finally, we have found grog-tempered fabrics characterised by potters' use of grog combined with spathic crystals of calcite to temper the pots. We can subdivide this fabric into two according to the features of the grog and the chronology of the pots.

Finally, a considerable number of pot pastes exhibited evidence of elongated voids that were strongly related to the addition of organic matter, probably *Poaceae*, which was easily identifiable in thin sections. Such evidence was also detectible through microscope and even macroscopic methods in the form of elongated

negative traces that were created after firing. Usually, the organic matter remains partially unburned and the pots that contain this temper are characterised by higher levels of porosity.

The statistical analysis of the textural information that we obtained by means of image analysis indicated significant variability within the record regarding amounts of mineral phase, as well as of the particle-sizes and the percentage of organic matter. Some samples contain little organic matter, whereas others contain large amounts of this phase. The opposite phenomenon occurs with the mineral phase. The Textural Groups established then, provided information about particular technological and functional parameters of the pots. This procedure aided to the identification of those pots to which potters intentionally added mineral temper. The amount of organic matter presented extremely scattered values which were actually poorly correlated with those we observed in the mineral phase. Thus, the textural group can be broken into subcategories corresponding to the amount of the organic matter present. In contrast, a significant positive correlation can be established between the CaO concentrations and the calcite

levels. This correlation suggests that the amount of CaO in the samples is strongly related to their calcite content and the presence of crushed calcite in coarse-textured past.

1.3) Characterization of ceramic artefacts

Important compositional differences and chromatic variations were evident within the waterproofing materials. These differences are related to the different geographical areas and the archaeological sites studied. We can distinguish two main groups of roof tile that correspond to the use of different raw materials. One group, the Late Bronze Age materials from *Closos de Can Gaià*, appear to be homogeneous in their colour and mineralogical composition and mixed with organic matter. The texture of the samples is quite fine and presents evidence of the use of sediments in an area where sands or gravels are scarce. All the data available suggest the use of local *terra rossa* soils, which are characterised by low calcium carbonate content. In contrast, the Late Iron Age materials from the *Santa Ponsa* area also display homogeneous chromatic and

mineralogical features, but those features are completely different from the ones we observed in the latter group. This paucity of clay minerals provides evidence of the selection of highly calcareous raw materials with little plasticity and not suitable for potting. These samples were clearly differentiated from the ceramics also in the chemical analysis. Their composition suggested the use of quaternary, highly calcareous sediment that was probably obtained from a lagoon area.

All the adobes we analysed suggest the use of a raw material similar to that observed in the waterproof samples from *Santa Ponsa*. The optical disclosed a heterogeneous paste with silt, sand, organic fibres and gastropod fragments. In chemical terms, the adobes are well endowed with highly calcareous sediment. If we compare the chemical composition of the roof tile, the adobe and the loom weights found in TSB, we see that this sample was made of raw materials of different origin. The presence of dissimilar mineral phases in the roof tile and the adobe, respectively, corroborates the diverse origins of the various building materials excavated from this site. However, the small amount of clay minerals of both kinds of

materials demonstrates that neither were suitable for the production of ceramics because of their low plasticity.

The chemical and mineralogical composition of the loom weights is very similar, and they were probably made from the same raw materials. The paste of these loom weights is fine and non-tempered. The composition of these samples is completely different from the building materials of the *Santa Ponsa* Area. The presence of a moderate amount of clay minerals in this raw material, as well as its plasticity, makes it possible to use it in the production of ceramics. The calcite content and the quantity of this mineral are considerably lower, than the amount found in the adobes or the roof tile samples from *Santa Ponsa*. In this case, all the data suggest the use of less calcareous sediment. Chemically, the loom weights fit well with the chemical group SM-A1. This material is also very close to that the potters used to produce many of the pots from *Puig de Sa Morisca*. Differences among various types of materials from TSB are significant. The loom weights are chemically clearly distinguishable from TSB pots. Both loom weights present a chemical composition close to that observed in the

Tertiary clay taken from the source nearest to the site. This fact suggests the use of this clay, which is very accessible, to produce the loom weights from this site.

2) Operative chain.

The operative chain represented an adequate concept for establishing an explicit division between objects and techniques. This distinction permitted us to infer broad questions that exceed the material composition and allowed us to approximate the social organization and activities hidden behind these actions. Techniques and materials represent technological choices made by the potters that define the formal properties and attributes of the artefacts. By this reasoning, we achieved that there can be strong interactions between people and the processes of fabrication of pottery.

Regarding the clay procurement we have documented the use of raw materials consisting mainly of sedimentary illite-muscovite clays with highly altered K-feldspars and quartz. Moreover, we have been able to distinguish three different types of clay deposits. The main clays employed in the production of pottery at the SM,

CLG and SF sites and some loom weights and mud fragments from TSB and other chemically unclassified pots from TSB and SF sites were local calcareous fine-grained clays that could be rich in foraminifera. The foraminifera and the mineralogical, chemical and textural data were well correlated with the characteristics observed in the Tertiary clay. Therefore, the use of this highly plastic Tertiary clay is clear in the production of at least some ceramic objects. This raw material and its qualities are optimal for pottering, especially if coarse clays or mineral tempers like crystals of calcite, calcarenites or other calcareous rocks are added. The spatial study of potential raw materials demonstrated that Tertiary clay was located nearest the site and was the most plastic resource in the surrounding area. In contrast to the Tertiary clays, no microfossils assigned to Cretaceous or Holocene deposits could be observed in the ceramic pastes. It is possible that these clays formed part of the lagoon soils in the prehistoric periods and consequently remained inaccessible to ancient potters.

We can conclude by suggesting that the prehistoric community from SM used a very concrete raw material

independently of the shape of the pots they made and their chronological period. The main clay employed was used to make pots with a variety of functions and that were developed under different technological traditions. Thus, the use of a very concrete resource for potting has important implications for local cultures. The communities established a strong connection with some of the raw materials that were located in their preferential range of exploitation. Thus this behavior provided a link with the domesticated space that could be conceived by symbolic and routine practices that were developed when gathering the clay for potting. The analysis suggested that an adequate interpretation of resource management involves a combination of cultural, symbolic, ecological, functional and economic factors. Poor clay soils with excessive calcareous content that would not be appropriate for pottery production could serve other purposes. The society studied here appears to have employed a differential selection of marly raw materials based on their physical properties.

In contrast, we have documented that TSB samples usually are highly related to Fe-rich soils. These samples

are completely different in chemical, petrological and mineralogical terms from the others because of their high iron content. These products are then distinguished by a matrix rich in Fe_2O_3 , TiO_2 , with abundant rounded opaque iron nodules that are probably related to hematite or titanium-magnetite. The pastes are not fossiliferous and the detrital material suggests the use of sedimentary clays with some silt and fine sands. The presence of some clay pellets within the matrix also denotes the utilisation of lumpy and heterogeneous clays.

We also detected the utilization of sandy-border calcareous and highly siliceous clays in some TSB, SM and SF pots, as well as of the Late Bronze Age building materials. All these samples are characterised by the lowest amount of CaO and the absence, or the lowest intensity, of calcite, as well as other carbonated minerals. The mineralogical composition of these samples is well correlated with *terra rossa* deposits that are currently used in pottery production.

Finally, the minerals revealed in the sample CLG-2755 could be linked to the presence of highly altered granitic rocks deposited as sand in alluvial basins. Therefore, the mineralogical

composition we observed in this Bronze Age sample is not compatible with the local geology and is undoubtedly of an exogenous origin. If we consider the main courses that connected the Balearic Islands with the coastal areas of the continent, we can suggest a hypothetical provenance from the Iberian Peninsula for this material.

Thin-section studies have documented the intentional addition of different materials for tempering pots. Crushed spathic crystals of calcite are commonly identified in a large number of vessels. The presence of this type of temper could easily be established by optical means and, indirectly, through calcite and CaO concentrations. The samples with high CaO and calcite concentrations provide evidence, when they are observed under a microscope, of coarser textures. The amount of calcite potters added to the paste has direct consequences for the variability of the data set, giving rise to particular groups of materials. This human activity altered the original textural, chemical and mineralogical composition of the raw materials used in the production of the pottery, creating a fabric with particular features.

The study of the samples provided evidence of the addition of organic matter not only in many vessels but also in the waterproofing materials from *Closos de Can Gaià*. This type of temper was observed independently of the kind of clay used to build the pots and introduced important changes in the texture and physicochemical properties of the pastes. The pastes contain highly variable amounts of organic matter. Therefore, a large variation exists within the concentrations of this temper in the vessels.

A small group of samples contains very small amounts of this substance related to parts of plants that are naturally present in the soils. Meanwhile, in most of the samples the larger amounts and the characteristics of the organic matter provide evidence that it was added intentionally to the paste as temper. The features provide evidence that the stems and soft parts of herbaceous plants were used for tempering the pots. Such plants were and continue to be abundant and accessible in the *Santa Ponça* area.

A small portion of the samples we analysed were tempered with calcarenites or other calcareous rocks such as breccias. These types of rocks

are well documented in many locations in the *Santa Ponsa* region, very close to the sites under study. Although many of the samples we analysed cannot be classified in any reference group, the data suggest that these samples were also produced in the *Puig de Sa Morisca* from the clay deposit located near the site.

Finally, the use of grog for tempering the pots was a marginal choice in the samples we analysed. Many differences exist in the features of the grog fragments related to the age of the samples. In one Late Iron Age case, potters fired the grog fragments at low temperatures and tempered them with spathic crystals of calcite and organic matter. In contrast, in the Early Bronze Age, the grog fragments have a finer texture and are optically isotropic, which suggests that potters used slightly over-fired pots, previously rejected and then reused, for tempering. Grog was an accessible and abundant source of temper for the ancient potters, who could easily gather it in their own settlements.

Although potters used slips in the surface treatment of some artefacts, burnishing and polishing were more widely used techniques. Potters probably

incorporated burnished, polished and slip finishes to reduce the highly open porosity of pot surfaces caused by the burning of organic matter within the vessels and to reduce the resulting porous caused by decomposed and carbonated matter. Slips, consisting of a thin clay coat covering the surface of the pots, were easily identifiable in many samples. It is possible to distinguish between different slip types. In some cases, these thinner slips are red in colour and rich in iron. We also documented the presence of other thicker slips that contain a few non-plastic inclusions, although these are always smaller and fewer in number than those observed in the paste of the pot.

The analysis of some samples shows evidence of similarities in the chemical composition of both the paste and the slip, suggesting, at least in some cases, the use of the same raw material. As with the thinner slips, in many of these samples the thicker coats are red in colour. Finally, in a few samples from the TSB site, we find a rare, thick, clay coat. In these cases, the data suggest that the coat was applied after firing.

Our analysis suggests a low or very low firing temperature never exceeding 800°C in practically all the

pots analyzed. This low-temperature firing strategy seems to be undoubtedly related to the requirement for controlled decomposition calcareous bodies. By this firing method potters could prevent fractures and burst processes from occurring as the calcite turns to calcium oxide and then rehydrates post-firing.

Of the 123 samples we analysed by means of XRPD, originating from the Early Bronze Age stratum of *Closos de Can Gaià*, showed evidence of a slight over-firing. This evidence is clearly visible in the high-temperature phases. All the data available establish a firing temperature of between 850° and 950°C for these samples. Although low temperature is evidenced in every case, optical analysis permits to divide the ceramics according to two dissimilar strategies of firing depending on the temperature, atmosphere and duration of the firing process. On the one hand, we

Finally, we used several diagnostic parameters to classify all the ceramics in different fabrics with regard to their mineralogical, petrological, textural and chemical composition, as well as their matrix microstructure. Subsequently, we used all these parameters to check correspondence

documented pots without organic matter and high amounts of crystalline calcite fired mainly in a reducing atmosphere. In these cases, the identification of thermal alterations in the calcite crystals, and the hardest product obtained gives evidence of higher firing temperatures (<800°C) and/or a longer duration. On the other hand, we also documented tempered vessels containing unburned organic matter that confirm that these samples were fired at very low temperatures (<700°C) and/or for short duration. In these cases, the reduced cores of the samples suggest sluggish oxygen diffusion within the pottery that, into organic-rich pastes, could be produced under an oxidising atmosphere during the firing process. These firings proceed in open fires and very quickly and the high amount of organic matter in the pastes allows the formation of only thin oxidised margins.

among compositional and archaeological data.

Through the use of these diagnostic variables, we can establish general groups differentiating ceramics in accordance with their various characteristics and qualities, as well as in accordance with the use of diverse types of raw materials, clays and tempers, and

different firing strategies. We can create an initial division by referring to the raw materials the potters used, the various types of tempers (individually or combined) that the potters used to prepare the pastes. Finally, we distinguish among the samples according to different firing strategies. With this strategy in hand, we categorised the samples into 16 main Fabrics regarding the technological choices that potters made with regard to vessels in terms of composition, features and qualities. This procedure allows us to place most of the samples we analysed into three main Fabrics. The other fabrics include only a few cases or even isolated vessels.

The Fabric 1 included samples characterised by the potters' use of thin and highly plastic calcareous clays that are rich in foraminifera and abundantly available in sources close to the sites. The texture of the pots' matrices suggests that potters failed to purify these raw materials and tempered them with spathic crystals of calcite, which were normally crushed and homogenised. The coarse texture of the pots, which normally exhibit little organic matter, is mainly due to the large amounts of calcite potters added to the paste. These samples, then, have coarse

calcareous textures with abundant mineral temper. The potters did expend some effort in preparing the pastes of this fabric, in that they attempted to regularise the size of the temper and to distribute homogeneously the mineral grains within the clay matrix. In doing so, they obtained highly standardised raw materials that were available for modelling a wide range of shapes and sizes. Finally, when fabricating the pots, the potters exerted some pressure on the walls of the vessels. Therefore, by compressing the pastes, they also illustrated that they preferred a particular orientation of the prismatic calcite grains, as well as a reduction in the degree of porosity. The pots of this fabric were fired at low temperatures (<800°C) and the negative effects of the added calcite were minimised. Finally, it is possible for us to distinguish between different sub-fabrics based on firing techniques that correlate to chronological parameters. Most sherds from Fabric 1, from the Bronze Age and the Early Iron Age, contain reduced sections associated with the use of closed firing structures and longer firing duration. Meanwhile, samples from Fabric 1, mainly from the Late Iron Age, contain oxidised sections that are

characteristic of the use of open structures. This fact suggests diachronic changes in the firing strategies used for potting.

In the Fabric 2 the large amount of iron, the absence of a high calcareous matrix and relatively low CaO values suggest potters used ferruginous raw materials to develop the pots. Although the clays are relatively fine and plastic, the raw material contains an abundance of clay pellets and looks dirtier than the latter. The paste is more heterogeneous, and all evidence points to the fact that the potters merely added organic matter or a few calcite crystals as tempers. In conclusion, the potters poorly mixed the pastes, badly prepared the clays and unevenly distributed the tempers within the clay matrix. These factors create inconsistencies in the organic and mineral temper concentrations among different parts of the same pot. The amount of organic temper potters added to the paste of these pots can vary widely without any correlation with the quantity of mineral temper. In these samples, the amount of added calcite is also smaller than that observed in Fabric 1. Normally, we could detect only a few, poorly distributed crystals of this temper in a section, together with some limestone

fragments. Most probably, these latter rocks were unintentionally introduced into the paste because the potters carelessly selected impure rocks. The addition of different amounts of calcite temper expanded the broad range of CaO and calcite values. It is possible to distinguish between different sub-fabrics with regard to the amount of calcite potters added to the paste. The pots were fired at low temperatures (<700°C) and for a short time. A majority of the samples have reduced cores and oxidised surfaces, features connected with the presence of abundant organic matter in the pastes. Finally, large amounts of iron and titanium provide this fabric with red and orange-red surfaces that make a strong visual impact. The potters' use of highly organic and finely textured pastes furnishes products that, before firing, are very absorbent and plastic. The addition of organic matter would solve some of the modelling problems, as witnessed by the small amounts of mineral temper found in most of the pots, but such measures were not sufficient to prevent distortions caused by the quick dehydration of the paste during the drying or firing processes. Because most of the organic temper had decomposed after firing, the pots also acquired a high

level of porosity. In conclusion, this kind of fabric was easy to develop, as it required little effort and time to prepare, as well as little infrastructure. However, it produced pots that were subject to shape distortions and that were less durable, less compacted and less stable. Consequently, these pots had a shorter life expectancy. These pots were also limited functionally by their high porosity. As we noted, potters could partially remedy porosity problems by applying specific surface treatments, such as slips, that homogenise the surface of pots and reduce open porosity. However, the physical resistance of these pots would be lower than that observed in pots from Fabric 1 because of the finer texture of the pots and their lower firing temperature. Such fragility would require the periodic replacement of these pots.

The Fabric 3 is quite common in the ceramic samples we analysed and it is strongly associated with Late Iron Age levels at many sites of Mallorca. The raw materials potters used to build these pots are similar to those observed in the Fabric 1. Potters tempered the samples with spathic crystals of calcite. However, these pots contain a higher, though variable, amount of organic matter

temper. Clearly, the addition of such large amounts of organic matter results in a new type of product with qualities that distinctly differ from those observed in Fabric 1. The final texture of the pots is related to their degree of porosity. As was the case in Fabric 2, the addition of organic matter as temper in these pots created high levels of porosity that limits their functionality. Again, as was the case with the latter fabrics, the amount of crushed calcite incorporated into the paste strongly determined the final texture of these pots. There is no correlation, between the amount of mineral temper and the amount of organic temper we observed in the pots. The amount of organic matter potters added to the paste could be determined by the plasticity of the raw materials they used and by the dampness of the soils, both of which could be easily offset with the addition of this temper. The effort the potters expended and the firing strategies are comparable to that observed in Fabric 2. The potters fired these samples at temperatures below 750°C and in many cases below 650°C. The main firing atmosphere we observed in this fabric is related to reduced cores and oxidised surfaces.

3) Paste and typology.

We have studied the relations among ceramic pastes and different levels of typological categories mainly established for samples from the Late Iron Age. This approach allows us to understand the relationships among different technological choices in the fabrication process, as well as to explore the variability of the artefacts. If we consider typological variability in combination with the variability observed in other technological settings, we will be in a better position to discuss the social significance of various technological features, such as the skill of the potters and the degree of specialisation in the production and knowledge transmission systems. Finally, through this strategy of typologising pastes, we may be able to determine whether potters developed techno-functional behaviours and functional adaptation patterns.

The variability among the different types and sub-types of samples coincide, in most cases, with technological variations in paste fabrication processes and diverse production strategies. Typological variability is also related to the diverse

chemical reference groups we documented at the different archaeological sites. The large number of chemical loners, resulting in unsuccessfully classified pots of uncertain origins, explains the high variability we observed in the pastes at the type and sub-type levels. However, we have also observed evidence of different types of behaviour that are linked to the types of products developed from each chemical reference group. In the SM-A1 reference group, potters used raw materials of similar origin to construct a wide range of vessels of different shapes and sizes. In these cases, morphological, metrical and functional criteria played no role in the choice of the resources used for potting; potters used the most common resource available to build all types of pots.

In contrast with the latter, the chemical reference groups developed in *Turó de les Abelles* and *Son Ferrer* involved a smaller number of cases concentrated in concrete types. On the first site, there is a marked preference for using pastes related to the TSB-A reference group for larger vessels, whereas the smaller vessels are more closely associated with the TSB-B2 reference group. The different types and

families established in this archaeological site are parsimoniously distributed among the various reference groups that we have documented. Therefore, we can divide the products documented on this site into two categories with respect to the types and the raw materials used in fabrication.

On SF site typological differences among the funerary containers also coincide with the variability we found in the chemical data. Each production unit developed its own funerary pots using different raw materials and shaping strategies. The pots produced for a particular purpose had a similar shape and size, perhaps determined by the specific function they performed, although the productive units were technologically dissimilar. The high variability observed in pots from the same family and type must be related to a disassociated process of production that influenced the use of raw materials and the shape of the final products. This suggests that several production units provided sundry funerary urns to the same cemetery site during the Late Iron Age.

The features of the funerary urns are characterised by poor solutions to production problems related to their

shape and paste. We also suggest the possibility that these funerary urns were produced for the exclusive purpose of burying children. We have documented the presence of smaller urns that have fine-textured pastes; the small amount of mineral temper present is offset by an increased percentage of organic matter.

Pastes with these characteristics are inconsistent, and they cause multiple distortions in the basic shape of the pot. In contrast, the larger urns are characterised by coarser textures constituted by highly calcareous pastes. Although they contain more non-plastics, these pastes are still rich in organic matter; therefore, as with the smaller urns, they are significantly porous. However, in all cases, potters prepared the pastes poorly and crushed the temper in a slovenly fashion. The texture exhibits a heterogeneous grain size, and the grain is poorly distributed within the groundmass. The potters also shoddily distributed the organic matter temper within the matrix.

The funerary urns were poorly fired, at low temperatures and for short durations. The technical solutions the potters adopted for vessels of this functional category correspond to production procedures used to fabricate

fragile, disposable, single-use pots. We can conclude that the potters, as in the case of funerary urns, did not expend the effort needed to prepare good pastes when producing disposable pots. Finally, the features of these pots suggest that the potters who produced funerary urns did not possess specialised skills.

All the potters, even when using different kinds of pastes, moulded their pots by reference to a main, basic shape. This basic shape appears to have been easy to copy, even when potters used a wide range of strategies when modelling the pot and preparing the paste. This basic shape would be recommended for use with highly variable pastes. We also documented the use of concrete fabrics to develop multiple basic shapes. This could mean that these materials were potentially available to model a wide range of pots with different shapes. Finally, the correspondence among marginal fabrics and the basic shapes represent marginal technological solutions that were isolated from the main productive patterns but which increased the variability of the samples analysed.

Finally, with regard to the relationship among pastes and vessel sizes in pots from the Late Iron Age, we

may distinguish, in general terms, two basic textural groups that occur in many ceramic productions. The finest texture is observed in those vessels of small and medium size. However, we also document fine textures in a few larger storage pots. In these vessels, the potters put forth little effort during the paste preparation process, especially for the smaller vessels, probably because these pots had a low life expectancy and high replacement levels. To develop fine-textured pots of larger size, the potters preferred to use large amounts of organic temper to prepare the pastes and model the shape. One set of the coarsest textures within the Late Iron Age ceramic record occurs in open, low, handled pots found in both small and large sizes. Another set, which contrasts with the smaller pots, are the tall storage pots found in both funerary and non-funerary contexts. They contain medium amounts of mineral temper and have coarser textures, because of the higher consistency of their paste, allowed the casting of larger pots.

The analysis paste/typology didn't provide evidence regarding possible relationships between the technological solutions the potters developed and the various typological

categories. The pastes we documented are scattered distributed regardless of the family or type of the pots. This fact suggests that the potters did not develop concrete paste recipes for pots of similar size and shape. We can only point to general tendencies regarding the texture and the size of the pots. Thus, the pastes' features appear to correlate more with concrete production strategies and necessities linked to the fabrication needs of the pots than with techno-functional adaptation factors. Regarding function, the pastes seem to be influenced by such phenomena as redundancy, multiplicity, multi-functionality and the absence of specialisation. We can observe clearer tendencies in pots if we consider their chronology and depositional contexts, aspects that are strongly related. Most of the vessels from the Middle Bronze Age to the Early Iron Age overlap, such that it is impossible to establish a clear distribution according to their chronology or context. These pots, which reside in a wide range of typologies and chronologies and are found in different contexts, have similar pastes. Several fourth century BC samples from *Puig de Sa Morisca* are also included in this group. No

functional criteria determine the features of these pastes. Potters fabricated vessels that were completely different in their shapes and sizes with the same recipe and production strategy. Neither did contexts organise the production of these vessels. The similarities we observe in the features of samples originating in different contexts and chronologies can be linked to similar productive, social and learning strategies, as well as to the ways in which people conceptualised and understood pottery in these periods.

There are also many samples, such as those from the Early Bronze Age, that are related to the same chronology, context and technological features and are clearly plotted together. The Late Iron Age I funerary pots from the *Son Ferrer* Barrow are clearly different from those found in the fourth century BC in the *Puig de Sa Morisca* and also from the Late Iron Age II pots from *Turó de les Abelles*. We find different materials and productive strategies in each of these sites. We should expect these differences to be related to contextual phenomena but not to functional parameters. We have not identified any functional adaptation in the technology observed in these pots because potters produced vessels of

similar shape and size using completely different technological chains.

This observation confirmed that interpreting the features of the artefacts in functional terms was an inadequate strategy. It was more useful to consider other parameters when we study the significance of the pots. In the samples from 1500-500 BC, potters used pastes and fabrics very closely linked in mineralogical, chemical and even textural terms to cast various types of pottery. We also confirm the opposite phenomena, in samples from 500-50 BC, pots very similar in typological terms have a paste composition that differs greatly from other vessels of the same type.

4. Ceramic technology & Society.

Technological traditions can be defined as the utilisation of concrete technical solutions and specific operative chains that existed in specific historical and social contexts. In this way, technological traditions can be representative and characteristic of particular necessities in the society.

Continuous repetition of behaviours, technical gestures and sequences in time and place developed

the establishment of technological traditions strongly related to *savoir faire*, *habitus* and rationale schemes. The advancement of technology thus requires both technical and social knowledge for developing and ensuring its continued survival. The persistence of technological traditions is strongly related to specific knowledge transmission processes, learning contexts and the skill of the individuals. By identifying recipes, technological traditions and the quality of the final products in their cultural context, we understood why pottery undergoes change or remained unchanged. Technological recipes therefore constituted rules that favour cultural identity and control over the fabrication processes, as well as the social organisation involved in the production of pottery vessels.

The ceramic characterisation suggested some interesting technological differences among the diverse periods studied, especially between Late Bronze/First Iron Age (1100-550 BC) and the Late Iron Age (500-75 BC). As we stated, the changes may have been in response to new dynamics in the social organisation of pottery production, knowledge transmission systems and

learning contexts. These changes are congruent with some historical processes and the changing necessities and rationale schemes of the people who lived in Mallorca. It allows us to suggest different social, ideological and economic functions inherent in the technological choices made by the potters from the settlements and periods studied. These traditions and their degree of variability are the result of different habits acquired by knowledge transmission in specific day-to-day social contexts. As the data suggest, the typologies and the preparation of pot pastes underwent great changes during these time periods.

A) Early Bronze Age:

The features of the Early Bronze Age pots correlate well with the results obtained from other studies of pottery on the Balearic Island of Menorca. The EBA pots were grouped together and separated from vessels from other periods in textural, mineralogical and chemical terms. These pots are characterised by high siliceous pastes, moderate CaO levels and fine textures, aspects that are directly related to similarities in the raw materials, recipes,

techniques and productive strategies the potters used. The samples analysed provide evidence of the potters used local clay resources.

The CaO values are, in part, related to the addition of small quantities of spathic crystals of calcite. This is the first time that the addition of calcite has been documented in EBA samples from Mallorca. The addition of small amounts of calcite is also reflected in the texture of the pots, with low percentages of mineral non-plastics. Some of the EBA samples we analysed also show evidence of the use of slips rich in iron. In at least some cases, the potters combined calcite temper with grog. These technological solutions are in agreement with the features observed in other Bell-baker or EBA pots from Mallorca and Menorca. The use of grog decreased in vessels from *Closos de Can Gaià* during the Middle Bronze Age. Thus, in the Late Bronze Age, calcite is the only temper documented in the pottery recipes.

The firing strategies also show substantial differences if they are compared with the technical choices observed in later periods. We are able to distinguish within the EBA pots two distinctive fabrics related to firing temperature. In some pots the firing

temperature was kept below 850°C, but slightly higher than for pots from the Late Bronze and the Iron Age, while in others the firing temperature was between 850° and 950°C. As the evidence of the variability in the firing atmospheres and temperatures suggests, the EBA potters were not interested in strictly controlling firing conditions. The potters were not forced to develop any specific firing strategy to cast adequate vessels.

The Early Bronze Age pots are characterised by relatively homogeneous and low calcareous products but variable firing strategies. The technological tradition observed in the EBA pots was rooted in the Bell-baker period. The pots were compact, hard, well-baked and with low porosity. The existence of similar technical solutions in pottery production on both islands provides evidence that the connective networks between Mallorca and Menorca had been quite active during the EBA. Mobility between those Balearic Islands was, with regard to navigation, relatively easy and would have been extensive ever since the Bell-baker period.

B) Middle Bronze Age:

As was the case at other Balearic sites, we documented the presence of a few Middle Bronze Age samples with EBA features. However, important changes in this era, associated with the introduction of significant amounts of spathic crystals of calcite as temper and the homogenisation of firing strategies, are evident in samples that contain this temper. These technological choices were probably related. A new strategy for the production of ceramics, represented in Fabric 1, arose that is broadly apparent in the ceramics we analysed. These data suggest that a sudden technological change occurred in pottery production simultaneously with the appearance and development of a new form of domestic architecture on the Balearic landscape.

The MBA samples are characterised by increased CaO and calcite values, and high calcareous pastes, characteristics clearly related to the addition of calcite as temper. The addition of this temper altered the texture of the pots. In sum, the addition of calcite temper had important chemical, mineralogical and textural consequences. The calcite temper

phenomena seem to have simultaneously developed on both islands, where it strongly established itself and was assimilated throughout the territory for an extended period of time.

The firing temperature we observed in pots from the MBA remained below that observed in EBA pots, the potters kept firing temperatures below 800°C. Although the firing atmosphere was variable, potters had a clear preference for reduced atmospheres. At the same time that potters introduced new raw materials and tempers into the production of pottery, they employed new firing strategies to bake extremely calcareous pastes.

It is also possible to identify two technological traditions that coexisted for a short time. One rooted in EBA technological tradition where the potters infrequently used calcite temper and employed various firing strategies. The other tradition began to spread after the Naviform period, when potters depended on calcite temper and began to standardise firing temperatures. The potters strictly controlled firing temperature to avoid decomposing the calcite and spoiling the vessel.

The technological changes we observed in the MBA paste recipes are also in

agreement with significant innovations in the modelling strategies, shapes and typologies the potters employed. Potters abandoned rounded bases and the use of moulds to model pots and employing instead flat bases and new shapes and types modelled by the coiling method. We therefore can relate changes in paste recipes to changes in modelling strategies. Potters' use of new tempers and textures promoted their use of new modelling techniques and thus increased the potential for producing new types of pots. Potters' employment of significant quantities of this temper could have triggered a restructuring of the production process, as well as spurred new interactions among essential activities in that process. Thus, these changes in pottery fabrication strategies could affect everything, from social systems to the infrastructure, spaces, resources and instruments of the production process.

C) Late Bronze Age:

In Late Bronze Age paste recipes had become quite consistent with regard to the types of raw materials, tempers and firing strategies potters used in the production of pots. The data provide

evidence of the extended use of resources that are similar in their origin and qualities. We observe that most of the pots located at the archaeological site of *Puig de Sa Morisca* are associated with the use of nearby Tertiary clays. In this case, then, we can confirm that potters used this clay resource during the LBA.

Almost all the ceramics we analysed from this period are associated with Fabric 1, which is consolidated. This fabric is characterised by the addition of standardised amounts of spathic crystals of calcite and the use of calcareous clays. We can appreciate the standardisation of the recipes and the pastes are highly calcareous and coarse textured, with important additions of calcite. The potters thoroughly mixed the temper with the clays and prepared the pastes with care. Consequently, they succeeded in accurately distributing the calcite crystals within the groundmass. The potters increased their efforts and dedicated more time and resources to their task with the intention of homogenising the technical process. Such efforts produced ceramic vessels with exceptionally consistent characteristics and qualities.

The firing strategies are completely consistent with the features discussed with regard to the previous era. In all cases, observations demonstrate that potters kept temperatures under 850 °C, below the decomposition point of calcite. As the predominance of highly reduced cores suggest, the potters also preferred to use reduced atmospheres and long-duration firings that created compacted walls with low levels of porosity.

In conclusion, all the data suggest that, in many settlements and territories of the Balearic Islands, potters in the LBA used the same strongly normalised recipes and techniques to advance the processes related to the production of pottery. Potters' use of the same recipe and production strategies over long periods of time and over a broad territory suggests the presence of efficient communication networks among the potters and the diverse communities of the island and the archipelago. The behaviours reflected in the qualities of the pots produced also suggest well-established learning strategies that permitted the transmission of knowledge to everyone and, consequently, the establishment of specific social structures.

Among these generally homogeneous pots, we must emphasise the presence of some singular samples constructed from raw materials incompatible with local geology. This characteristic points to the foreign origin of those materials and the presence of external connections. From what we know about navigation routes at the time, this pot could have been exported from that area through the Gulf of Leon to the estuary of the Ebro River and, from there, to the Balearic Islands.

D) Early Iron Age:

Most of the EIA samples from *Son Ferrer* reside in a chemical reference group which was present since the LBA in *Puig de Sa Morisca*. The uniform chemistry of the pots found on both sites suggests that the people who lived in the Santa Ponsa area exploited particular sources of raw materials. During the EIA, the potters of this territory developed a single technological tradition related to the exclusive production of Fabric 1. However, the chemical relationship among the pots from *Puig de Sa Morisca* and the vessels from *Son Ferrer* confirms important connections between those sites in the EIA. It is probably the

case that the pots deposited in the ritual context of *Son Ferrer* were produced in the domestic site of *Puig de Sa Morisca*. Moreover, apart from the pottery links, scholars have documented connections between both archaeological sites in spatial and visual terms. The ritual activities developed in the *Son Ferrer* barrow may have had ideological and social significance for the people who lived in *Puig de Sa Morisca*, as well as in the general territory this main site controlled.

Like in previous periods, pottery from EIA is extremely homogeneous and is characterised by the use of calcareous fine-grained clays and the addition of high amounts of crystalline calcite, which provides a very coarse texture to the pottery and highly calcareous pastes. Therefore, we can apply the generalisations of pots from the MBA and LBA periods, including the low variability of recipes and raw materials, the homogeneity of the ceramic record and the skill of the potters, to the EIA pots as well. The homogeneity of the raw materials and tempers also reflects firing strategies, for these artefacts we found that the firing temperature was kept below 800 °C.

This data correlates well with what is well-known about the ceramic technology observed in several archaeological sites of the Balearic Islands dating from Middle Bronze Age, when these types of technological solutions were generalised amongst all potters. All of the archaeometric studies regarding the Balearic pottery during LBA/EIA period have noted the low variability of the ceramic record, suggesting the presence of relatively specialised potters and the use of a single technological tradition in both periods.

The homogeneous character of the pots suggests well-transmitted traditions and well-defined learning contexts, probably related to the communal/public production spaces where information could be easily shared between all individuals. When using the extremely calcareous pastes that were produced during LBA/EIA the control of firing temperature and atmosphere becomes crucial to achieve an adequate final product. This last stage of the operative chain requires a high level of skill from the potters that could serve to motivate the partial centralization of production in these societies. It is also possible that, after firing, the pots were redistributed among all the participating

potters. In such collective scale centralised firings, the utilization of the same paste becomes relevant for pottery survival of the entire community. Here, pottery becomes a reflection of the diverse social communication strategies within the community, as well as the labour organisation in communal semi-specialised areas. In this kind of productive organisation, the vessels could acquire their highest social value between the members of the group and thus represent a significant tool for establishing identity.

In this regard, it is important to note that it is precisely in the EIA that lime was introduced into funerary rituals. This fact implies that the island's communities knew how to produce this material and were aware of its physicochemical characteristics. An interesting suggestion is that the knowledge and the material structures necessary to develop lime could have been transferred from the production of pottery. The use of calcite and lime in the island's pre-historical system of meaning may have served as a mechanism to reinforce identity and social cohesion.

Finally, we discuss some discontinuities in the record of pottery production regarding LBA. Although the pastes remained the same among the MBA and EIA pots, potters developed typologies that exhibit deep changes in the Early Iron Age. Moreover, several changes occurred during the transition from the LBA to the EIA that affected architecture, the distribution of space, the use of new domestic spaces, funerary rituals and trade networks. With regard to pottery, typological changes are evident but absent in the materials and techniques. This fact suggests that different phenomena, with different consequences and durations, determined the many dimensions of pottery. The materials, the techniques and the typologies used in the production of vessels changed in different ways and were determined by diverse causes. These parameters act in different ways within cultural traditions, identities, ideologies and aesthetic preferences.

E) Late Iron Age I:

For LIA1 artefacts, our evidence supports a finding of important changes in Majorca regarding the preparation of pastes and the fabrication of pots. The

changes coincide with the arrival of Punic materials to the island, especially after fourth century BC. At the same time, we observe widespread introduction of variable amounts of organic matter to the pastes, usually in conjunction with calcite. The introduction of organic matter results in important changes in the final qualities of the vessels. Since the texture remains coarse, the degree of open porosity is increased considerably in these pots. The variability of paste composition also increased in these pottery samples, and new tempers such as calcarenites, breccias and grog are found to be occasionally introduced.

On the one hand, we identified a large number of chemical reference groups, as well as loner samples related to unique choices. Although there is an increase in chemical variability, SM-A1 is still the main reference group documented in *Puig de Sa Morisca*, and it is also observed in some sherds from *Son Ferrer*. The larger number of chemical reference groups in the latter site could be related to its funerary function. We would expect that people from many sites in the territory of Santa Ponsa, not just from *Puig de Sa Morisca*, would be buried in the central funerary

site of *Son Ferrer*. The spatial distribution of settlement over the terrain could explain the chemical variability we observed in the pots found in the funerary site. People from each location would provide their own, chemically different, pots in which to bury their dead.

On the other, we also found that potters used diverse tempers and strategies for preparing the pastes. Although in previous periods only one or two fabrics were documented, here we see the simultaneous use of seven different fabrics. However, we did discover general tendencies in the paste preparation related to the primary use of Fabric 1 or Fabric 3, which are characterised by the potter's use of calcite as temper. These strategies were more or less stable, especially in domestic contexts at *Puig de Sa Morisca*. The continuity of this temper, which in most cases was combined with organic matter temper, suggests a progressive, gradual, change in the LIA1 regarding the ancestral technological traditions and social systems that organised the LBA and EIA societies. At least in some contexts, many systems of meaning that were current in previous

periods seemed to have been partially maintained during the LIA1.

All these facts suggest a progressive degradation of the system of knowledge transmission where the production begins to be more individualist and the learning contexts are revealed to be more privative. The knowledge that was previously shared by all the artisans now seems to be restricted to low-scale producers with few specialized skills. These features are also evident in the firing strategies and raw materials selected during LIA1. Likewise, these samples are usually found to have unburned organic matter, giving evidence of very low firing temperatures (<650°C) and short firing duration on the firing stage. We hypothesize a change in the firing strategy to more oxidised atmospheres developed in open firings related to low-scale production. Pastes with increased levels of organic matter were likely utilized to assure a minimum firing of pots in conditions where low-skilled potters could not control the high number of variables involved in this delicate process.

Likewise, the petrologic and chemical analysis of the LIA1 SM-site samples reveals the utilization of the

same kind of clay deposits as those used in the site during LBA/EIA. Potters' continual use of this raw material for nearly 700 years suggests a collective extraction of the clay no matter the period studied. The continuous exploitation of this resource could be related to its technical properties, such as its plasticity and availability for the production of ceramics. This proposition is especially suggestive if we consider the potters' technological choices. Potters preferred to develop coarse-textured vessels when using this fine-textured clay. Ideological concerns and habits could also influence the use of this resource. Its use could favour the establishment of concrete social practices that assigned this raw material a high symbolic value, ascribing to it an association with space and the ancestors. Finally, we note that potters developed many fabrics with this basic raw material but used different tempering strategies. This fact implies that we cannot explain specific technological practices exclusively by evoking technical constraints imposed by the physical properties of raw materials. Thus, the potter's technological choices go further than those dictated by raw materials, and

we should explain them through other dynamics.

F) Late Iron Age II:

The high variability observed in the pottery production during LIA1 increases in LIA2. This later period is characterized by the discontinued use of extremely calcareous pastes in the TSB site and the introduction of iron-rich pastes. We have also detected the introduction of another new fabric composed mainly of quartz. With regard to the tempers, we document the preservation of organic matter that now comprises the main non-plastic material of the pastes. The use of calcite decreases and becomes symbolic, so that now fine textures are common in a large number of the vessels. Firing temperatures and strategies remain very similar to those observed in LIA 1.

We found four different chemical groups, which are mainly calcareous rather than ferruginous, in *Son Ferrer*. The latter reference groups are exclusive to this funerary site and may be explicable by alluding to the spatial phenomena we discussed in the previous section. The presence of a few samples related to SM-A1 also suggests that

potters continued to use the Tertiary clays of the area until the first century BC. However, the importance of this raw material progressively decreased during this period, giving way to other exploitation strategies. Finally, the presence of abundant chemical loners is another sign of the increased chemical variability we observed in this period. These loners are related to chemical singularities and idiosyncratic activities within pottery production. All these data provide a contrast to the evidence of collective strategies we observed during previous periods and suggest organisational changes within pottery production.

Although chemical compositions differ between these two sites, the CaO values are low in most of the pots discovered in *Son Ferrer* and the TSB site. However, we observed scattered values for this element because of the highly diverse strategies potters developed for the preparation of their pastes. Potters tempered a few samples with calcite, whereas most samples were not tempered with minerals.

The high variability is also documented in the different fabrics the potters created. This observation suggests that, apart from the diversity of

the raw materials they exploited, the technological choices potters made in the preparation of the pastes also varied significantly. Potters simultaneously used as many as eight different fabrics during the LIA2, most of which are only documented in this period. As we previously argued, differing traditions as well as the raw materials used to exercise and perpetuate them, determined the distribution of these fabrics. However, the most common fabrics were Fabric 2 and Fabric 3, whereas potters abandoned the use of Fabric 1 during this phase. On the one hand, we observe in most TSB and SF samples the radical abandonment of the technological choices that characterised the production developed during the LBA/EIA and partially in the LIA1 samples from SM-site. On the other hand, we note that these technical changes are correlated with the appearance in LIA2 of typological innovations such as the production of hand-made ceramics that are inspired by Punic materials. In our opinion, these artefacts represent the development of new ideas and necessities that are materialised in new technological choices. In LIA2, the number of types also increased, many of which are found

only in the Santa Ponsa area, providing high variability within the ceramic record that correlates with the variability observed in the pastes.

The Punic contact with indigenous communities was made under unequal conditions and favoured the rise of a hierarchical social organization, as opposed to the collective strategies observed in previous periods. This disruption of technology could be considered as the definitive establishment of new forms of pottery production. Collective productions seem to have been completely dismantled into small-scale firings and individualised production that developed in privative contexts. The increased variability, worsen quality and new pottery production contexts suggest that pots had low social value. The social value of local wares may have been replaced by new Punic wheel-made vessels.

The changes that took place in LIA1, which were especially noticeable in LIA2, structurally affected the social organisation of the prehistoric societies of the Balearic Islands. This fact is also reflected in the social organisation of pottery production, as is visible in the pots' fabrication, use, maintenance and depositional processes. Regarding

production, we observe the highest variability in the number of reference groups that potters developed and in the raw materials, tempers and techniques they used to produce pots. Potters from LIA 1 and 2 expanded the number of clays and tempers they used to produce ceramics. Thus, we witness in this period the widespread exploitation of the biotic and non-biotic resources available in the territory.

The pots we examined also exhibit important differences when we compare them with those produced in the LBA and EIA. In the LIA, the potters prepared the pastes poorly, failing to mix and homogenise them properly. Furthermore, no regular patterns or recipes ruled the preparation of the pastes. Firing strategies consisted of short firings at low temperatures in open structures, producing pots that differed widely among batches. The wide variety of materials potters used to produce pottery, as well as the potters' lax control over production processes and their inability to regularise that process, created the lack of homogeneity among pots we observed in previous periods. Therefore, we can document a large number of fabrics, most of which are of low quality and have high porosity

levels. These pots are more fragile and, therefore, have a short life expectancy.

Alteration of learning contexts and knowledge transmission systems could generate new recipes and operative sequences. Thus, this process contributes to increases in the variability of ceramics. Less interaction and fewer communicative fluxes among the different potters develop if learning processes take place in isolated and individuated ways. The features of the pots produced in such contexts would suggest that the potters learned how to make pots and developed their production process in domestic-private contexts. In the LIA, the knowledge that all the potters shared in previous eras diminished because of the absence of learning strategies. That situation produced more individual solutions and an increasing variability.

This hypothesis is closely connected with observations which suggest that potters developed productive activities in more private-domestic and less visible contexts during the LIA. In this era, domestic space shrank and the tasks performed in those spaces were necessarily undertaken on a smaller scale. This change correlates with a restructuring of domestic areas in

many settlements from the beginning of the LIA. Each domestic unit was expected to be self-sufficient in the LIA, and many of the tasks, such as ceramic production, that previously took place in collective supra-domestic spaces now developed inside domestic structures.

A reduction in the quality of vessels could facilitate the transmission of the knowledge that potters require to produce those vessels because individuals spend less time and effort learning how to produce them. This strategy could make possible an increased number of producers who develop a self-sufficient mode of production, thereby permitting a decentralisation of the production system. Such a situation is evident here if we observe, for example, the number of different fabrics that can be associated with the same chemical reference group. This situation suggests the existence of social fragmentation in many productive units that had begun to use new technological options but used clay of the same origin. In the LIA, the clay sources they used to produce pottery appear to be one of the few social nexuses that the different potters maintained. Finally, during the LIA, an enhanced social hierarchy, as well as

changes in the social value of material culture and learning contexts, must relate to a lack of social organisation. This development is especially evident from the third century BC, when potters considerably decreased their employment of ancestral technical solutions and high variability levels emerge in the ceramic record. The gradual disappearance of the collective organisational systems that characterised pottery production since the LBA seems to have accompanied this process.

External contacts with Punic agents may have exacerbated this lack of social organisation because they offered many possibilities to select individuals, thus favouring the transformation of the local social organisation into a hierarchy. Such contact with Punic individuals conveyed new fluxes of information and material exchange that were organised in unequal and asymmetrical conditions. We also must consider the Balearic individuals who took part in the Punic wars and returned to the island, probably in the company of other, foreign, people. The presence of these new actors could favour social changes that implicated the ways in which local pottery was fabricated, perceived, used and deposited. These people contributed to

the introduction of new necessities, products, costumes, eating habits, values, etc. We might conclude that more information flowed in the LIA society; thus, fewer people agreed on the meanings of objects and the nature of agency. This factor, joined with more isolated production units, provided more variety in the technological choices available to potters.

The abandonment of ancestral technological traditions involving ceramics can be attributed to the loss of meaning and of the common nexus that the potters shared with other producers and consumers. Therefore, the abandonment of technological traditions provides evidence that changes occurred in the community's systems of meaning. One example of this process could be the gradual deterioration of coarse-textured pots tempered with calcite, which were replaced by fine-textured vessels without this temper during the LIA.

One plausible hypothesis to explain this deep change in pottery production is that the presence of imported amphorae caused the progressive disappearance of relatively highly skilled potters. The disappearance of these potters generated a large drop in output as well as in social strategies, in

the form of a deep change in learning contexts and the connective networks by which productive units communicated with each other. This situation resulted in the dominance of low-level skills and highly variable pottery productions that had little connection with one another.

In contrast, a new type of potter, perhaps possessing a relatively specialised skill, emerged in the LIA. We refer to potters who focused on the translation of new ideas that appeared in the pottery universe as a consequence of contacts with Punic individuals. These artisans were more dedicated to producing pots inspired by wheel-made models, although they used local materials and techniques. The production of this type of pot required that local potters adopt new production schemes, especially with regard to activities related to the modelling process, typologies and decorative patterns. In this way, at least some technological changes in ceramic production appear to be directly related to external contacts, as well as to local strategies of social emulation. The most important changes in these local pots were concentrated on the visual impact these vessels produced. It is to be expected that other individuals would easily perceive this visual display.

Therefore, at least some local potters intentionally collaborated in the channelling and reinterpretation of certain external ideas, habits, values and costumes, thus favouring the development of the social dynamics we previously outlined.

ANEXO I

BLIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIA

- ABOAL FERNÁNDEZ, R., AYÁN VILA, X., PRIETO MARTÍNEZ, M^a P. (2003) *Arqueología en la ACEGA 2: el área arqueológica de O Peto (Vedra, A Coruña)*. Capa 17, Cadernos de Arqueoloxía e Patrimonio.
- ABRIL, A. M. (1993) *Los Foraminíferos bentónicos del litoral balear y su actividad biológica en el ecosistema posidonícola*. Tesis doctoral inédita, Universitat de les Illes Balears.
- ADAMS, W. (1988) "Archaeological classification: Theory versus practice" *American Antiquity* 62, pp. 40-56.
- ADAMS, W. Y., ADAMS, E. W. (1991) *Archaeological Typology and Practical Reality: A Dialectical Approach to Artifact Classification and Sorting*. Cambridge.
- ADAMS, A. E., MACKENZIE, W. S. (1998) *A Colour Atlas of Carbonate Sediments and Rocks Under the Microscope*. Manson Publishing, London.
- ADAMS, A. E., MACKENZIE, W. S., GUILDFORD, C. (1984) *Atlas of Sedimentary Rocks Under the Microscope*. Longman, England.
- ADAN-BAYEWITZ, D., WIEDER, M. (1992) "Ceramics from Roman Galilee: A Comparison of Several Techniques for Fabric Characterization" *Journal of Field Archaeology* 19 (2), pp. 189-205.
- ADÁN, M., BARCELÓ, J., PIJOAN, J., PIQUÉ, R., TOSELLI, A. (2003) "Spatial Statistics in archaeological Texture Analysis" in *The digital Heritage of Archaeology. Computer Applications and Quantitative methods in Archaeology*. Eds. M. Doerr and A. Sarris, Hellenic Ministry of Culture. Archive of Monuments and Publications.
- AGUAYO P., CAPEL J., GARRIDO O., PADIAL B. (1992) "Identificación de áreas fuente de arcilla para la fabricación de cerámicas arqueológicas" *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* Vol. 31, nº 4, pp. 304-311.
- AGUAYO, P., BARAHONA, E., GARRIDO, O., PADIAL, B. (1998) "Estudio Preliminar de los depósitos de arcilla utilizados para la elaboración de cerámicas arqueológicas en la depresión natural de Ronda" En (Ed. J. Bernabeu, T. Orozco, X. Terradas) *Los recursos abióticos en la prehistoria: Caracterización, aprovisionamiento e intercambio*.
- AGUZZI, C., CERESO, P., VISERAS, C., CARAMELLA, C. (2007) "A Use of clays as drug delivery systems: Possibilities and limitations" *Applied Clay Science* 36, pp. 22-36.

- AITCHISON, J., BARCELÓ-VIDAL, C., PAWLOWSKY-GLAHN, V. (2002) "Some comments on compositional data analysis in archaeometry, in particular the fallacies in Tangri and Wrights dismissal of Logratio analysis." *Archaeometry* 44(2), pp. 295-304.
- ALBERO SANTACREU, D. (2006) "Arqueología espacial en los valles de Galatzó y Es Capdellá: 1700-123 AC (Calviá, Mallorca)". *Mayurqa* 31, pp. 137-164.
- ALBERO SANTACREU, D. (2007) *Caracterización tecnológica, social y funcional de cerámicas realizadas a mano procedentes del Turriforme Escalonado de Son Ferrer (Calviá, Mallorca)*, Memoria de Investigación desarrollada para la obtención del DEA, Departamento de Prehistoria, Universidad de Granada.
- ALBERO SANTACREU, D. (2007) "Primeras aproximaciones a la tecnología cerámica prehistórica en la península de Calviá (Mallorca)" *Arqueología y Territorio* nº 4. Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Granada, pp. 70-86.
- ALBERO SANTACREU, D. (2008) "La calcita como desgrasante añadido en cerámicas prehistóricas: estado de la cuestión" *I Congreso de Jóvenes en Investigación Arqueológica*, Universidad Complutense de Madrid, pp. 93-100.
- ALBERO SANTACREU, D. (2010) "Pastas desgrasadas con calcita y pastas desgrasadas con materia vegetal: aproximación experimental". *Boletín del Laboratorio de Petrología y Conservación Cerámica* 2 (2), Universidad de Catamarca, Argentina, pp. 18-34.
- ALBERO, D., ANDÚJAR, A. (2007) *Calviá en la época islámica: asentamiento y territorio*. Ajuntament de Calviá, Mallorca.
- ALBERO, D. GARCÍA ROSSELLÓ, J. (2008) "Áreas fuente de arcillas: una propuesta para su estudio" *II Congreso Internacional de Arqueología Experimental*.
- ALBERO SANTACREU, D., GARCÍA ROSSELLÓ, J. (2010) "Recursos argilosos de l'àrea de Santa Ponça (Mallorca): la seva aplicació a la producció de ceràmica" *II Jornades d'Estudis Locals de Calvià*, pp. 59-92.
- ALBERO, D., CALDERÓN, M., CALVO, M. (2010) "La producció de calç al terme municipal de Calvià" *II Jornades d'Estudis Locals de Calvià*, pp. 145-174.
- ALBERO, D., GARCÍA AMENGUAL, E. (2010) "Estrategias de gestión de los recursos arcillosos en la prehistoria de Mallorca (1000-123 a.C.): usos cerámicos y no cerámicos" En (Ed. M^a E. Saiz, R. López, M^a A. Cano y J. C. Calvo) *Actas del VIII Congreso Ibérico de Arqueometría*, Teruel, pp. 307-315.

- ALBERO, D., GARCÍA ROSSELLÓ, J. (en prensa) “Identificació i caracterització d’argiles: Una proposta per a l’estudi d’engalbes dins de la producció ceràmica”. *III Jornadas de la Sección de Arqueología del Colegio de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras de las Islas Baleares*. Ed. Institut d’Estudis Menorquins.
- ALBERO, D., PUERTA GONZÁLEZ, L. (en prensa) “Tradición, funcionalidad y materia prima: el núcleo alfarero de Pòrtol (Mallorca)” *Actas II Jornadas de Jóvenes en Investigación Arqueológica (JIA 2009)*.
- ALBERO SANTACREU, D., DEYÀ MIRÓ, J. (en prensa) “Individuo y cerámica en los rituales de enterramiento colectivo de Mallorca (2000-1400 BC)” *Actas II Jornadas de Jóvenes en Investigación Arqueológica*.
- ALESAN, A., MALGOSA, A. (2005) “Les inhumacions perinatals del túmul de Son Ferrer (Calvià, Mallorca): Un estudi antropològic”. *Mayurqa* 30, pp. 511-522.
- ALLEN, J. R. (1989) “A quantitative technique for assessing the roundness of pottery sherds in water contexts” *Geoarchaeology*, 4, pp. 143-155.
- ALMAGRO-GORBEA, M., FONTES, F. (1997) "The introduction of wheel made pottery in the Iberian Peninsula: Mycenaean or preorientalizing contacts?" *Oxford Journal of Archaeology* 16 (3), pp. 345-361.
- ALVAREZ ARZA, R., CATAPOTIS, M., CAU, M., DAY, P., RAURET i DALMAU, A. (2001) “Producción cerámica en la Edad del Bronce en Catalunya: el ejemplo de la Cueva de les Pixarelles (Osona)” *Pyrenae* 31-32, pp. 13-28.
- AMADORI M. L., DI PILLO M., LEVI S.T., FRATINI F., PECCHIONI E. (1995) “The Bronze Age pottery of Coppa Nevigata (FG-Italy): raw materials and production.” En (Ed. Vendrell, Pradell y Molera) *Proceedings of the II European Meeting on Ancient Ceramics*, Barcelona (Spain), pp. 45-53.
- AMENGUAL, P. M. (2006) *L'Edifici G4 de Son Fornés (Montuiri, Mallorca). Elements de pervivència i de canvi en la producció ceràmica dels ss.VI-V ANE com a indicadors arqueològics de la transició del Talaiòtic al Posttalaiòtic*. Treball d'Investigació 3r cicle (DEA). Departament de Prehistòria. Universitat Autònoma de Barcelona.
- AMORÓS, L. (1974) “La cueva sepulcral prerromana de Son Maimó en el término municipal de Petra (Mallorca)”. *VI Simposio de Prehistoria Peninsular*, pp. 137-170.
- ANDREU GALMÉS, J. (2006) “Arquitectura popular de las Islas Baleares” En *La arquitectura vernácula: patrimonio de la humanidad: Asociación por la Arquitectura Rural Tradicional de Extremadura*. Vol. 1, pp. 633-792.

Bibliografia

- ANDREU GALMÉS, J. (2008) *Arquitectura tradicional de les Balears*. El Gall, Pollença.
- ANDREU, G., BADIA, M., GÓMEZ-GRAS, D., LULL, V., MICÓ, R., MARTÍN-MARTÍN, J. D., PALOMAR, B., RIHUETE, C., RISCH, R. (2007) "El desarrollo de la alfarería prehistórica en Menorca: Una primera aproximación" En *L' arqueologia a Menorca: Eina per al coneixement del passat*, Consell Insular de Menorca, pp. 125-141.
- ARAMBURU, F. J. (1998) *El patrón de asentamiento de la cultura talayótica de Mallorca*. El Tall, Palma de Mallorca.
- ARAMBURU, F. J., LÓPEZ-QUESADA, M^a (1996) "Los talayots cuadrados de Mallorca." *Quadernos de Prehistoria y Arqueología Castrense* 17, pp. 183-196.
- ARAMBURU, F. J., HERNÁNDEZ, J. (2005) *Memoria de las excavaciones arqueológicas en el poblado talayótico de Ses Païsses (Artà, Mallorca). Campañas 1999-2000*, CD-ROM, Palma de Mallorca. www.Arqueobalea.com
- ARANDA, G. (2001) "El análisis de la relación forma-contenido de los conjuntos cerámicos del yacimiento arqueológico del Cerro de la Encina (Granada, España)" *Bar Internacional Series* 927.
- ARANDA, G., FERNÁNDEZ, S. (2005) "Reproducción experimental del proceso tecnológico de producción de cerámica argárica." *Boletín de Arqueología Experimental* 6, pp. 31-39.
- ARANDA, G. (2004) "Craft specialization in pottery production during the bronze age in south-eastern Iberia", *Journal of Iberian Archaeology* 6, pp. 157-180.
- ARANDA, G., ESQUIVEL, J. A. (2006) "Ritual funerario y comensalidad en las sociedades de la edad del bronce del sureste peninsular: La cultura del Argar" *Trabajos de Prehistoria* 63, (2), pp. 117-133.
- ARNAL, G. (1986) "La poterie néolithique et la technologie" *Pact 10 Datation-caracterisation des ceramiques anciennes*, pp. 41-52.
- ARNAL, G. B. (1989) *Ceramique et céramologiedu neolitique de la France mediterréenne*. Mémoire- V du Centre du Recherche Arqueologique du Haut Languedoc.
- ARNAU, P., GORNES, S., STIKA, H. P. (2003) "Los hipogeos de s'Ablegall (Ferreries) y la agricultura cerealística a mediados dels segundo milenio Cal. ANE en Menorca." *Trabajos de Prehistoria* 60 (2), pp. 117-130.
- ARNOLD, D. E. (1985) *Ceramics theory and cultural process*, Cambridge University Press, Cambridge.

- ARNOLD, D. E. (1993) *Ecology and Ceramic Production in an Andean Community*. Cambridge University Press.
- ARNOLD, D. (1999) "Advantages and Disadvantages of Vertical-half Molding Technology: Implications for Production Organization" En (Ed. J. Skibo y G. Feinman) *Pottery and People: A Dynamic Interaction*, Salt Lake City, University of Utah Press, pp. 50-80.
- ARNOLD, D. E. (2000) "Does the standarization of ceramic pastes really mean standarization?" *Journal of archaeological method and theory* 7, pp. 333-375.
- ARNOLD, D. E. (2005) "Linking society with the compositional análisis of pottery: a model from compartave ethnography" En (Ed. A. Livingstone, D. Bosquet y R. Martineau) *Pottery Manufacturing Processes: Reconstitution and Interpretation*, BAR International Series 1349, pp. 15-21.
- ARNOLD, D. E. (2006) "The Threshold Model for ceramic resources: A Refinement" *BAR International Series* 1553, pp. 3-9.
- ARNOLD, D., NEFF, H., GLASCOCK, D. (2000) "Testing assumptions of neutron activation analysis: communities, workshops and paste preparation in Yucatan, Mexico" *Archaeometry* 42 (2), pp. 301-316.
- ARTIGAS, R., RODAS, M., SÁNCHEZ, C. J., MAS, J. R. (2000) "Estudio preliminar sobre la mineralogía y las propiedades cerámicas de las arcillas del sur de la Sierra de la Demanda." *Cadernos del Laboratorio Xeolóxico de Laxe, Coruña* 25, pp. 227-229.
- ARTHUR, J. (2003) "Ethnoarchaeology, Pottery, and Technology: Bridging Ethnographic and Archaeological Approaches." *Reviews in Anthropology* 32 (4): 359-378.
- ARTHUR, P. (2007) "Form, function and technology in pottery production from Late Antiquity to the Early Middle Ages." En (Ed. L. Lavan, E. Zanini, A. Sarantis) *Technology in Transition A.D. 300-650*, Brill, pp. 159-186.
- AYALA, M., PÉREZ-SIRVENT, C., MARTÍNEZ, M. J., MILÁ, J. (2001) "Aplicaciones de métodos estadísticos a cerámicas del neolítico murciano: establecimiento de grupos" En (Ed. B. Gómez, M. A. Respaldiza y M^a L. Pardo) *III Congreso Nacional de Arqueometría*, Universidad de Sevilla, pp. 279-286.
- BACCI, M. (2004) "Optical spectroscopy and colorimetry" En *Physics Methods in Archaeometry*, Societa Italiana de Fisica, Bologna (Italy), pp. 1-16.
- BAENA PREYSLER, J. (1999). "Arqueología experimental o experimentación en arqueología" *Boletín de Arqueología experimental* 3, pp. 2-4.

- BALAGUER NADAL, P. (2005). *Aproximación crono-tipológica a la materialidad del postalayótico mallorquín: El ajuar funerario no cerámico*. Bellaterra, Memoria de Investigación de Tercer Ciclo, Universidad Autónoma de Barcelona.
- BALFET, H. (1965) "Ethnographical observations in North Africa and archaeological interpretation", En (Ed. F. R. Matson) *Ceramics and Man*, Chicago, Aldine Publishing Cº, pp. 161-177.
- BALFET, H. (1973) "A propos du tour du potier: l'outil et le geste technique" En *L'home, hier et aujourd'hui: recueil d'etudes en hommage a André leroi-Gourhan*, Paris, Editions Cujas.
- BALFET, H. (1975) *Technologie. Eléments d'ethnologie*. Arman Colin, Paris.
- BALFET, H. (1984) "Methods of formation and the shape of pottery" En (Ed. S. van der Leeuw y A. Pritchard) *The many dimensions of pottery*, Amsterdam, pp. 171-198.
- BALFET, H. (1991) "Chaine operatoire et organisation sociale du travail: quatre exemples de façonnance de poterie au Magreb", En (Ed. H. Balfet) *Observer l'action technique. Des chaines operatoires, pour quoi faire?* CNRS, París, pp. 87-96.
- BALFET, H., FAUVET-BERTHELOT, M. F., MONZÓN, S. (1988) *Lexique plurilingue pour la description des poteries*. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- BANNING, E. (2005). *The Archaeologist's Laboratory: The Analysis of Archaeological Data*. Interdisciplinary Contributions to Archaeology, Spiral binding.
- BARCELO, J. A. (1988) "Introducción al Razonamiento Estadístico aplicado a la Arqueología: un análisis de las Estelas Antropomorfas de la Península Ibérica" *Trabajos de Prehistoria* 45, pp. 51-86.
- BARCELÓ, J. A. (1992) "Una interpretación socio-económica del Bronce Final en el sudoeste de la Península Ibérica". *Trabajos de Prehistoria* 49, pp. 259-276.
- BARCELÓ, J. A., PIJOAN, J., ORIOL, V. (2001) "Image quantification as archaeological description" En (Ed. Z. Stancic y T. Veljanovsky) *Computing Archaeology for Understanding the past*. BAR International Series 934, pp. 69-78.
- BARCELÓ, P. A. (1991). "Mercenarios hispanos en los ejércitos cartagineses en Sicilia", en *Atti del II Congresso Internazionale di Studi Fenici e Punici, I*. Roma, pp. 21-26.
- BARONE, G., LO GIUDICE, A., MAZZOLENI, P., PEZZINO, A., BARILARO, D., CRUPI, V., TRISCARI, M. (2005) "Chemical characterization and statistical multivariate analysis of ancient pottery from Messina, Catania, Lentini and Siracusa (sicily)." *Archaeometry* 47 (4), pp. 745-762.

- BARRACHINA, A. (1998) "Estudio analítico de un conjunto de pastas cerámicas del yacimiento de Pic dels Corbs (Sagunto, Valencia)." *Quadernos de Prehistoria y Arqueología Castrense* 19, pp. 153-170.
- BARRIOS, J., GAVILÁN, B., MARTÍNEZ, M^a J., MONTEALEGRE, L. (1999) "Caracterización de cerámicas neolíticas procedentes de la Cueva de los Murciélagos, Córdoba." En (Ed. J. Capel) *Arqueometría y Arqueología*, Universidad de Granada, pp. 49-56.
- BARRIOS, J., CARMONA, R., MONTEALEGRE, L. (2001) "Cueva de los Murciélagos (Córdoba): Estudio arqueométrico preliminar sobre cerámica medieval andalusí" En (Ed. B. Gómez, M. A. Respaldiza y M^a L. Pardo) *III Congreso Nacional de Arqueometría*, Universidad de Sevilla, pp. 287-292.
- BARLEY, N. (1994) *Smashing Pots: Works of Clay from Africa*, The British Museum Press.
- BARONE, G., LO GIUDICE, A., MAZZOLENI, P., PEZZINO, A., BARILARO, D., CRUPI, V., TRISCARI, M. (2005) "Chemical characterization and statistical multivariate analysis of ancient pottery from Messina, Catania, Lentini and Siracusa (Sicily)" *Archaeometry* 47 (4), pp. 745-762.
- BARRACLOUGH, A. (1992) "Quaternary sediment analysis: a deductive approach at A-level", *Teaching Geography*, 17, pp. 15-18.
- BASSO, E., BINDER, D., MESSIGA, B., RICCARDI, M. P. (2006) "The Neolithic pottery of Abri Pendimoun (Castellar, France): a petro-archaeometric study." *Geological Society of London, Special Publications* 257, pp. 33-48.
- BASTIDA, J. (1982) "Algunos modelos de génesis de arcillas en el Cretácico Inferior de la cordillera ibérica y del maestrazgo" *Cuadernos Geología Ibérica Vol. 8*, pp. 867-887.
- BATE, L. (1998) *El proceso de Investigación en arqueología*, Crítica.
- BAXTER, M. (1994) *Exploratory Multivariate Analysis in Archaeology*, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- BAXTER, M. J. (1995) "Standardization and Transformation in Principal Component Analysis, with Applications to Archaeometry" *Applied Statistics* 44 (4), pp. 513-527.
- BAXTER, M. (2000) "statistical modelling of artifact compositional data" *Archaeometry* 43 (1), pp. 131-147.

Bibliografia

- BAXTER, M. (2004) "Distance and transformation in the multivariate analysis of archaeometric data". En *Physics Methods in Archaeometry*, Societa Italiana de Fisica, Bologna (Italy), pp. 17-36.
- BAXTER, M., JACKSON, M. (2001) "Variable selection in artefact compositional studies" *Archaeometry* 43 (2), pp. 253-268.
- BAXTER, M., FREESTONE, I. (2006) "Log-ratio compositional data analysis in archaeometry" *Archaeometry* 48 (3): 511–531.
- BAXTER, M. J., BEARDAH, C. C., PAPAGEORGIEOU, I., CAU, M. A., DAY, P. M., KILIKOUGLOU, V. (2008) "On statistical approaches to the study of ceramic artefacts using geochemical and petrographic data." *Archaeometry* 50 (1), pp. 142-157.
- BECK, M., NEUPERT, M. (2009) "Identifying pottery clay from rice fields: an example from southern Luzon, the Philippines." *Journal of Archaeological Science* 36, pp. 843–849.
- BELENGUER, C.; MATAS, F. (2005) "La indústria òssia dels Closos de can Gaià" *Mayurqa* 30, pp. 263-288.
- BENTLEY, R., MASCHNER, H. (2001) "Stylistic Change as a Self-Organized Critical Phenomenon: An Archaeological Study in Complexity." *Journal of Archaeological Method and Theory* 8 (1), pp. 35-66.
- BERG, I. (2008) "Looking through pots: recent advances in ceramics X-radiography." *Journal of Archaeological Science* 35, pp. 1177-1188.
- BERGADÀ, M., CALVO, M., SALVÀ, B. (inèdito) "Arqueostratigrafia y micromorfologia de la secuencia de la naveta I dels Closos de Can Gaià (Felanitx, Mallorca)".
- BERNAL CASSASOLA, D., GARCÍA JIMENEZ, R. (1999) "Microfósiles en las pastas cerámicas: viabilidad y potencialidad de su estudio aplicado a materiales arqueológicos" En (Ed. J. Capel) *Arqueometría y Arqueología*. Monográficas de Arte y Arqueología, Universidad de Granada, pp. 295-304.
- BERNAL, I., CABEZAS, H., ESPITIA, C., MOJICA, J., QUINTERO, J. (2003) "Análisis próximo de arcillas para cerámica". *Revista de la Academia Colombiana de las Ciencias* 27 (105), pp. 569-578.
- BESOAIN, E. (1985) *Mineralogía de arcillas y suelos*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica.

- BETTS, I. M. (1982) "Roman brick and tile: a study in fabric variability", En (Ed. I. Freestone, C. Johns y T. Potter) *Current research in ceramics: Thin-section studies*. British Museum Occasional Paper 32, pp. 63-71.
- BEUSELINCK, L., GOVERS, G., POESEN, J., DEGRAER, G., FROYEN, L. (1998) "Grain-size analysis by laser diffractometry: comparison with the sieve-pipette method." *Catena* 32, pp. 193-208.
- BEZECZKY, T., MANGE, M., (2009) "New petrographic data of the Laecanius and imperial workshop in Fažana (Istria, Croatia)" En (Ed. K. Biró, V. Szilágyi, A. Kreiter) *Vessels: inside and outside Proceedings of the 9th European Meeting on ancient ceramics*, Hungarian National Museum, pp. 247-254.
- BHABHA, H. (1994). *The Location of Culture*, Routledge.
- BIRKHOFF, G. (1933) *Aesthetic Measure*. Cambridge, Harvard University Press.
- BISH, D., POST, J. (1993) "Quantitative mineralogical analysis using the Rietveld full-pattern fitting method." *American Mineralogist* 78, pp. 932-940.
- BISHOP, R., RANDS, R., HOLLEY, G. (1982) "Ceramic Compositional Analysis in Archaeological Perspective." En (Ed. M. B. Schiffer) *Advances in Archaeological Method and Theory*, Vol. 3, pp. 275-330.
- BISHOP, R., CANOUTS, V., CROWN, P., DE ATLEY, P. (1990) "Sensitivity, precision, and accuracy in ceramic composition data bases" *American Antiquity* 55 (3), pp. 537-546.
- BLACKMAN, M. J. (1992) "The effect of human size sorting on the mineralogy and chemistry of ceramic clays" En (Ed. H. Neff) *Chemical Characterization of Ceramics Pastes in Archaeology*, Monographs in World Archaeology 7, Prehistory Press, pp. 113-124.
- BLACKMAN, M. J. (1993) "Chemical characterization of ceramics, unfired clay artefacts and source clays from Tell Leilan, Syria" En (Ed. H. Weiss) *The origins of north Mesopotamia civilization: Ninevite 5 Chronology, economy and society*, Yale University Press.
- BLANES I BLANES, C., BONET, J., FONT, A., ROSSELLÓ, A. M. (1990). *Les Illes a les fonts clàssiques*. Palma de Mallorca.
- BLATT, H. (1982) *Sedimentary petrology*, Freeman & Co., San Francisco.

- BLECH, M., MARZOLI, D. (1993) "Estatuillas de bronce de Mallorca: Mars Balearicus." En (Ed. J. Arce y F. Burkhalter) *Bronces y religión romana: actas del XI Congreso de Bronces Antiguos*. Madrid, mayo-junio 1990. Monografías de la Escuela Española de Historia y Arqueología. Roma. pp. 57-61.
- BOLLONG, C., VOGEL, J., JACOBSON, L., VAN DER WISTHUIZEN, W., SAMPSON, C. (1993) "Direct dating and identity of fiber temper in Pre-contact Bushman (Basarwa) pottery" *Journal of Archaeological Science* 20, pp. 41-55.
- BONIFAY, M. (2007) "Ceramic production in Africa during Late Antiquity: Continuity and Change." En (Ed. L. Lavan, E. Zanini, A. Sarantis) *Technology in Transition A.D. 300-650*. Brill, pp. 143-158.
- BONZON, J. (2003) "Petrographical and Mineralogical Study of Neolithic Ceramic from Arbon-Bleiche 3 (Canton of Thurgau, Switzerland)" *Proceedings of the 6 Th European Meeting of Ancient Ceramics*, pp. 25-50.
- BOURDIEU, P. (1977) *Outline of a theory of practice*, Cambridge University Press, New York.
- BOURDIEU, P. (1991). *El sentido práctico*. Taurus.
- BOWSER, B. J., PATTON, J. Q., (2004). "Domestic Spaces as Public Places: An Ethnoarchaeological Case Study of Houses, Gender, and Politics in the Ecuadorian Amazon." *Journal of Archaeological Method and Theory* 11 (2), pp. 157-181.
- BRAUN, G. (1986) "Quantitative analysis of mineral mixtures using linear programming." *Clays and Clay Minerals* 34 (3), pp. 330-337.
- BRINDLEY, G. W., BROWN, G. (1981) *Crystal structures of clay minerals and their X-Ray identification*. Mineralogical Society, London.
- BRODA, Y., CANNAVO, V., GOVI, E., LEVI, S., MARCHETTI, S., PELLACANI, G. (2009) "Bronze age Terramare pottery from Northern Italy: exercises in experimental reproduction". En (Ed. K. Biró, V. Szilágyi, A. Kreiter) *Vessels: inside and outside Proceedings of the 9th European Meeting on ancient ceramics*, Hungarian National Museum, pp. 103-109.
- BRONITSKY, G., HAMER, R. (1986) "Experiments in Ceramic Technology: The Effects of Various Tempering Materials on Impact and Thermal-Shock Resistance", *American Antiquity* 51 (1), pp. 89- 101.

- BROWMAN, D. (2004) "Tierras comestibles de la Cuenca del Titicaca: Geofagia en la prehistoria boliviana" *Estudios Atacameños* 28, pp. 133-141.
- BUDDEN, S. (2009) "Technological signatures of ceramics: a methodology to define and interpret skill and learning strategies" *X European Meeting on Ancient Ceramics*, London.
- BUDDEN, S., SOFAER, J. (2009) "Non-Discursive Knowledge and the Construction of Identity Potters, Potting and Performance at the Bronze Age Tell of Százhalombatta, Hungary", *Cambridge Archaeological Journal* 19 (2).
- BUGINI, R., FOLLI, L. (2008) "Piedras de la arquitectura milanesa" *Materiales de Construcción* 58 (289-290), pp. 33-50.
- BURILLO, F., CANO, M^a, SAIZ, M^a E. (2008) "La cerámica celtibérica" En (Ed. D. Bernal Casasola y A. Ribera i Lacomba) *Cerámicas hispanorromanas. Un estado de la cuestión*, pp. 171-188.
- BURJACHS, F. (2005) "Informe de l'anàlisi palinològica del jaciment arqueològic de Ses Païsses (Artà Mallorca, Illes Balears)." En (Ed. J. Aramburu y J. Hernández) *Memoria de las excavaciones arqueológicas en el poblado talayótico de Ses Païsses (Artà, Mallorca). Campañas 1999-2000*, CD-ROM, Palma de Mallorca. www.Arqueobalea.com
- BUJARCHS, F., PÉREZ-OBÍOL, R., ROURE, J. M., JULIA, R. (1994) "Dinámica de la vegetación durante el Holoceno en la isla de Mallorca". *Trabajos de Palinología Básica y Aplicada, X Simposio de Palinología*, pp. 199-210.
- BURST, J. F. (1991) "The application of clay minerals in ceramics." *Applied Clay Science* 5 (5-6), pp. 421-443.
- BUXEDA I GARRIGÓS, J. (1994) *La caracterització arqueomètrica de la ceràmica de Terra Sigillata Hispanica Avançada de la ciutat romana de Clunia i la seva contrastació amb la Terra Sigillata Hispanica d'un centre productor contemporani, el taller d'Abella*. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona.
- BUXEDA I GARRIGÓS, J., CAU ONTIVEROS, M. A., SAGRISTÀ I MAS, A., TUSET I BERTRAN, F. (1991) "Appréhension macroscopique et détermination des fabriques" *SFECAG*, pp. 425-430.
- BUXEDA, J., CAU, M. A. (1995) "Identificación y significado de la calcita secundaria en cerámicas arqueológicas" *Complutum* 6, pp. 293-309.

- BUXEDA, J., CAU, M. A., GURT, J. M., TUSET, F. (1995) "Análisis tradicional y análisis arqueométrico en el estudio de las cerámicas comunes de la época romana " *Monografies Emporitanes* 8, pp. 39-60.
- BUXEDA I GARRIGÓS, J., CAU ONTIVEROS, M. A. (1997) "Caracterización arqueométrica de las ánforas T-8.1.3.1. del taller púnico FE-13 (Eivissa), en J. Ramon, FE-13: *un taller alfarero de época púnica en Ses Figueretes (Eivissa)*", *Treballs del Museu Arqueològic d'Eivissa i Formentera* 39, pp. 173-192.
- BUXEDA, J.; CAU, M. A. (1998) "Posibilidades y limitaciones en el estudio arqueométrico de las producciones cerámicas ebusitanas" *Pyrenae* 29, pp. 97-115.
- BUXEDA I GARRIGÓS, J. (1999a) "Alteration and Contamination of Archaeological Ceramics: The Perturbation Problem" *Journal of Archaeological Science* 26, pp. 295-313.
- BUXEDA I GARRIGÓS, J. (1999b) "Problemas en torno a la variación composicional" En (Ed. J. Capel) *Arqueometría y Arqueología*, Monográfica de Arte y Arqueología. Universidad de Granada, pp. 305-322.
- BUXEDA, J., GARRIGÓS, J., KILIKOGLU, V., DAY, P. M. (2001) "Chemical and mineralogical alterations of ceramics from a Late Bronze Age kiln at Kommos, Crete: The effect on the formation of a reference group." *Archaeometry* 43 (3), pp. 349-371.
- BUXEDA, J., MOMMSEN, H., TSOLAKIDOU, A. (2002) "Alterations of Na, K and Rb concentrations in Mycenaean pottery and a proposed explanation using X ray diffraction." *Archaeometry* 44 (2), pp. 187-198.
- BUXEDA I GARRIGÓS, J., CAU ONTIVEROS, M. A., KILIKOGLU, V. (2003) "Chemical variability in clays and pottery from a traditional cooking pot production village: Testing assumptions in Pereruela" *Archaeometry* 45 (3), pp. 1-17.
- BUXEDA, J., MADRID, M., (2009) "Sobre un individu de ceràmica grisa monocroma de derelict de Cala San Vicenç i la seva contrastació amb la producció de la Palaià Polis d'Empúries: La seva caracterització arqueomètrica" En (Ed. X. Nieto y M. Santos) *El vaixell grec arcaic de Cala San Vicenç*, Monografies del CASC 7, pp. 347-354.
- BUXEDA, J., TSANTINI, E., (2009) "Les àmfores ibèriques del derelict de Cala San Vicenç i la seva contrastació amb les àmfores de la Palaià Polis d'Empúries: Evidències des de la seva caracterització arqueomètrica" En (Ed. X. Nieto y M. Santos) *El vaixell grec arcaic de Cala San Vicenç*, Monografies del CASC 7, pp. 373-392.

- CACHERO, F. J. (2005) *La necrópolis de Can Piteu-Can Roqueta (Sabadell) en el contexto del bronce final y primera edad del hierro del Vallés: estudio de los materiales cerámicos*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Barcelona.
- CALVET, F., PLANA, F., TRAVERIA, A. (1980) “La tendencia mineralógica de las eolianitas del Pleistoceno de Mallorca, mediante la aplicación del método de Chung.” *Acta Geológica Hispánica* 15 (2), pp. 39-44.
- CALVO TRIAS, M. (1999) “Reflexiones en torno al concepto de útil, forma, función y su relación con los análisis funcionales”. *Pyrenae* 30, pp. 17-38.
- CALVO TRIAS, M. (2002a) *Útiles Líticos Prehistóricos: Forma, Función Y Uso*. Ariel.
- CALVO TRÍAS, M. (2002b) *El Parc Arqueològic del Puig de Sa Morisca*. Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca.
- CALVO TRÍAS, M. (2007) *Tallando la piedra: Formas, funciones y usos de los útiles prehistóricos*. Ariel.
- CALVO TRÍAS, M. (2009) “Reflexiones en torno a los esquemas de racionalidad espacial reflejados en el paisaje durante la Prehistoria de Mallorca” *Pyrenae* 40 (2), pp. 37-78.
- CALVO, M., B. SALVÀ (1997) *El Bronce final a les Balears. La transició cap a la Cultura Talaiòtica*. Quaderns ARCA 14.
- CALVO, M.; SALVÀ, B. (1999a) “El poblament de Closos de can Gaià dintre del context cultural del Bronze a Mallorca”, *Tribuna d’arqueologia*, pp. 135-158.
- CALVO, M., SALVÀ, B. (1999) “Aproximació a la seqüència estratigràfica y cronocultural de la naveta 1 del jaciment de Clossos de Can Gaià”. *Mayurqa* 25, pp. 59-82.
- CALVO, M., GUERRERO, V., SALVÀ, B. (2001a) *Arquitectura ciclòpea del bronze balear: anàlisis morfo-funcional y desarrollo secuencial*. El Tall, Mallorca.
- CALVO, M.; GUERRERO, V.M.; SALVÀ, B. (2001b) *La Cova des Moro (Manacor, Mallorca). Campanyes d’excavació arqueològiques 1995-98*. Col·lecció Quaderns de Patrimoni Cultural, 2, Consell Insular de Mallorca, Palma.
- CALVO, M.; FORNÉS, J.; GARCIA, J.; IGLESIAS, M.A.; JUNCOSA, E., (2002) *Informe de la campanya de excavacions del túmulo de Son Ferrer (Calvià)*. Consell de Mallorca.
- CALVO, M.; FORNÉS, J.; GARCIA, J.; IGLESIAS, M.A.; JUNCOSA, E., (2003) *Informe de la campanya de excavacions del túmulo de Son Ferrer (Calvià)*. Consell de Mallorca.

Bibliografia

- CALVO, M., FORNES, J, GARCÍA, J. JUNCOSA, E., (2004) “Propuesta de cadena operativa de la producción cerámica prehistórica a mano”, *Pyrenae* 35 (1), pp. 75-92.
- CALVO, M., FORNÉS, J., GARCÍA, J., GUERRERO, V., JUNCOSA, E. QUINTANA, C., SALVÁ, B., (2004a) *La cerámica prehistórica a mano: una propuesta para su estudio*. El Tall, Mallorca.
- CALVO, M.; GARCIA, J.; IGLESIAS, M.A.; JUNCOSA, E., (2004b) *Informe de los trabajos de excavación realizados durante el año 2004 en el turriforme escalonado de Son Ferrer*. Consell de Mallorca.
- CALVO, M., GUERRERO, V. (2004). “La Cultura Talayótica dels inicis al segle VI aC”. En (Ed. E. Berenguer) *Historia de les Balears. Vol I De la prehistoria i l'antiguitat al món islàmic*. Ediciones 62. Barcelona, pp. 92-171.
- CALVO, M.; GARCIA, J.; IGLESIAS, M.A.; JUNCOSA, E., (2005a) *Informe de la campanya de excavacions en el turriforme escalonado de Son Ferrer (Calvià)*. Consell de Mallorca.
- CALVO, M., FORNÉS, J., GARCÍA, J., IGLESIAS, M. A., JUNCOSA, E. (2005) “Condicionantes espaciales en la construcción del Turriforme escalonado de Son Ferrer (Calvià, Mallorca)” *Mayurqa* 30, pp. 487-510.
- CALVO, M., GARCÍA, J., IGLESIAS, M. A., JUNCOSA, E. (2006) “La necrópolis del Bronce Antiguo de Can Vairet/Son Ferrer (Calvià Mallorca),” *Mayurqa* 31, pp. 57-82.
- CALVO, M., QUINTANA, C., GUERRERO, V. (2009) “Territori i intercanvi: la influència púnica en la comunitat talaiòtica del Puig de Sa Morisca (Calvià)” *I Trobada d'Arqueòlegs de les Illes Balears*, Consell de Mallorca, pp. 63-74.
- CALVO, M., GARCÍA, J., IGLESIAS, M., JUNCOSA, E., MUNAR, M., POMAR, I. (2010) “Posada en valor del patrimoni arqueològic: La intervenció en el turriforme esglaonat de Son Ferrer (Calvià)” *Mayurqa* 33, pp. 293-312.
- CALVO et al. (e. p.) “El Turriforme escalonado de Son Ferrer”. Ed. *BAR international Press*.
- CAMPS, J., CANTARELLAS, C., PLANTALAMOR, L., ROSELLÓ, G., SASTRE, J., VALLESPÍR, A., (1969) “Notas para una tipología de la cerámica talayótica mallorquina” *Mayurqa* 2, pp. 60-82.
- CAMPS, J., VALLESPÍR, A. (1971) “Cerámicas pintadas en Mallorca” *XII Congreso Arqueológico Nacional*, pp. 283-294.

- CAMPS, J., VALLESPÍR, A. (1974) “La estación del “Turó de ses Beies” (Calvià)”. *Prehistoria y arqueología de las Islas Baleares. VI Simposio de Prehistoria Peninsular*, pp. 101-114.
- CAMPS, J., VALLESPÍR, A. (1976) “Excavaciones en el Turó de les Abelles” *Noticiario Arqueológico Hispánico. Prehistoria 5*, pp. 399-404.
- CAMPS, J., VALLESPÍR, A. (1985) “La vida cotidiana en una comunidad prehistórica mallorquina” En *La vida quotidiana dins la perspectiva històrica*, pp. 331-343.
- CAMPS, J., VALLESPÍR, A. (1998) *El Turó de les Abelles*. Col·lecció La Deixa 1, Monografies de Patrimoni Històric, Consell de Mallorca.
- CAPEL MARTÍNEZ, J. (1977) “Aplicación de métodos analíticos al estudio de los sedimentos del yacimiento “Cerro de la Encina” (Monachil, Granada)” *Cuadernos de Prehistoria de la universidad de Granada 2*, pp. 321-347.
- CAPEL MARTÍNEZ, J. (1983) “Aplicación de métodos analíticos al estudio de cerámicas arqueológicas” En *Prehistoria y Arqueología I Congreso Historia de Andalucía*, pp. 23-31.
- CAPEL MARTÍNEZ, J. (1985) *Estudio mineralógico y geoquímico de cerámicas y sedimentos arqueológicos de algunos yacimientos de La Mancha*. Tesis doctorales de la Universidad de Granada, 494.
- CAPEL MARTÍNEZ, J. (1986) “Estudio mineralógico y geoquímico de sedimentos y cerámicas arqueológicas de algunos yacimientos de la Mancha”. *Oretum 2*, pp. 53-153.
- CAPEL MARTÍNEZ, J. (1999) *Arqueometría y arqueología*. Monográfica Arte y Arqueología, Universidad de Granada, Granada.
- CAPEL, J., DELGADO, R. (1978) “Aplicación de métodos ópticos al estudio de cerámicas arqueológicas” *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada 3*, pp. 343-356.
- CAPEL, J., LINARES, J. HUERTAS, F. (1979) “Métodos analíticos aplicados a cerámicas de la edad del bronce” *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada 4*, pp. 345-360.
- CAPEL, J., NAVARRETE ENCISO, M. S., HUERTAS, F., LINARES, J. (1982) “Algunos aspectos del proceso de manufacturación de cerámicas neolíticas. Estudio del contenido en desgrasantes mediante lupa binocular” *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada 7*, pp. 73-109.

- CAPEL, J., DELGADO, R., PARRAGA, J., PEÑA, J. (1990) "Modelo de una ficha descriptiva para el estudio de cerámicas arqueológicas por lámina delgada" *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada* 14-15, pp. 315-320.
- CAPEL, J., DELGADO, R., PÁRRAGA, J., GUARDIOLA, J. L. (1995) "Identificación de técnicas de manufactura y funcionalidad de vasijas cerámicas en estudios de lámina delgada" *Complutum* 6, pp. 311-318.
- CAPEL, J., MOLINA, F., GUARDIOLA, J. L., CABALLERO, E., JIMENEZ DE CISNEROS, C. (1999). "Identificación de la procedencia de materiales cerámicos mediante la técnica de Espectrometría de Masas de Isótopo Ligeros Estables y estudio petrológico en Lámina Delgada." En (Ed. J. Capel) *Arqueometría y Arqueología*, Universidad de Granada, pp. 89-106.
- CAPEL, J., MOLINA, F., NÁJERA, T., LINARES, J., HUERTAS, F. (2001) "Aproximación al estudio de procedencia y tecnología de las cerámicas campaniformes del yacimiento de la Edad del Cobre de Los Millares" En (Ed. B. Gómez, M. A. Respaldiza y M^a L. Pardo) *III Congreso Nacional de Arqueometría*, Universidad de Sevilla, pp. 207-214.
- CAPEL, J., HUERTAS, F., POZZUOLI, A., LINARES, J. (2006) "Red ochre decorations in Spanish Neolithic ceramics: mineralogical and technological study" *Journal of Archaeological Science* 33, pp. 1157-1163.
- CAPELLI, C., STARNINI, E., CABELLA, R., PIAZZA, M. (2006) "Archaeometric research on the Early Neolithic pottery production in Liguria (Northern Italy): preliminary data from San Sebastiano di Perti (Savona)." *ArchéoSciences* 30, pp. 89-94.
- CARDOSO, G. O., PRUDÊNCIO, M. I., ZINK, A., DIAS, M. I., WAERENBORGH, J. C. (2005) "Determinação da temperatura de cozedura de cerâmicas arqueológicas: Luminiscencia, potencialidades e limitações." En (Ed. J. Molera, J. Fargas, P. Roura, T. Pradell) *VI Congreso Ibérico de Arqueometría*, Universidad de Girona, pp. 81-99.
- CARMONA, M., GARCÍA-HERAS, M., GIL, C., VILLEGAS, M. A. (2005) "Vidrios y grisallas del s. XV de la Cartuja de Miraflores (Burgos): Caracterización y estado de conservación." *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 44, pp. 251-258.
- CARMONA, N., GARCÍA-HERAS, M., VILLEGAS, M., FERNÁNDEZ-POSSE, M., SÁNCHEZ-PALENCIA, F. (2008) "Producción cerámica en Las Médulas (León): una comparación diacrónica a través de métodos arqueométricos." *Actas VII Congreso Ibérico de Arqueometría*, pp. 277-287.
- CARRERAS, C., NADAL, J. (2003) "Reflexiones en torno a la cultura material: Nuevas aproximaciones". *Pyrenae*. Núm. 33. pp. 65-80.

- CARRETERO, M. I., DONDI, M., FABBRI, B., RAIMONDO, M. (2002) "The influence of shaping and firing technology on ceramic properties of calcareous and non-calcareous illitic-chloritic clays" *Applied Clay Science* 20, pp. 301-306.
- CARTER, M (2002) "Prehistoric Ceramic Production: Raw Materials and Firing Methods of the La Crosse Locality Oneota" *Journal of Undergraduate Research* 5, pp. 261-280.
- CASTRO MARTINEZ, P., GILI, S., GONZALEZ, P., LULL, V., MICÓ, R., RIHUETE, C. (1997) "Radiocarbon Dating and the Prehistory of the Balearic Islands", *Proceedings of the Prehistoric Society* 63, pp. 55-86.
- CASTRO MARTÍNEZ, P.V., CHAPMAN, R. GILI, S., LULL, V., MICÓ, R., RIHUETE, C., RISCH, R., SANAHUJA, E. (1999) "La teoría de los conjuntos arqueológicos". En (Ed. P. Castro-Martínez, R. Chapman, S. Gili, V. Llull, R. Micó, C. Rihuete, R. Risch y E. Sanahuja) *Proyecto Gatas. 2. La dinámica arqueológica de la ocupación prehistórica*, Dirección General de Bienes Culturales, Arqueología-Monografías, pp. 26-34.
- CASTRO MARTÍNEZ, P. V., ESCORIZA MATEU, T., SANAHUJA YLL, M^a E. (2002a) "Trabajo y espacios sociales en el ámbito doméstico: producción y prácticas sociales en una unidad doméstica de la prehistoria de Mallorca" *Scripta Nova*, Universidad de Barcelona Vol. VI, 119 (10).
- CASTRO MARTÍNEZ, P. V., ESCORIZA MATEU, T., SANAHUJA YLL, M^a E. (2002b) "Los grupos domésticos en la Prehistoria de Mallorca. El edificio Alfa del Puig Morter (Sineu, Mallorca) y las prácticas sociales del horizonte de Son Ferragut (c. 750/700-525/475 cal. ANE)". En (Ed. W. H. Waldren y J.A. Ensenyat) *World Islands in Prehistory: International Insular Investigations. V Deia International Conference of Prehistory*. B.A.R., International Series 1095, pp. 472-483.
- CASTRO MARTÍNEZ, P. V., ESCORIZA MATEU, T., SANAHUJA YLL, M^a E. (2003). *Mujeres y hombres en espacios domésticos. Trabajo y vida social en la prehistoria de Mallorca (c. 700-500 cal ANE). El edificio Alfa del Puig Morter de Son Ferragut (Sineu, Mallorca)*. BAR International Series, 1162. Oxford.
- CASTRO MARTÍNEZ, E., FERNÁNDEZ DE LUCIO, I., PÉREZ MARÍN, M., CRIADO BOADO, F. (2008) "La transferencia de conocimientos desde las humanidades: posibilidades y características" *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura* CLXXXIV 732, pp. 619-636.
- CAU ONTÍVEROS, M. A. (1997) *Cerámica tardorromana de cocina de las Islas Baleares: estudio arqueométrico*. Tesis doctoral micro-fichada. Universidad de Barcelona.

Bibliografia

- CAU ONTÍVEROS, M. A. (2003) *Cerámica tardorromana de cocina en las Islas Baleares: Estudio arqueométrico*. BAR International Series 1182.
- CAU ONTÍVEROS, M. A. (2004) "Estudi petrogràfic de ceràmiques procedents del poblament talaiòtic de Ses Païses (Artà, Mallorca)" En (Ed. J. Aramburu y J. Hernández) *Memoria de las excavaciones arqueológicas en el poblado talayótico de Ses Païsses (Artà, Mallorca). Campañas 1999-2000*, CD-ROM, Palma de Mallorca. www.Arqueobaleaer.com
- CAU ONTIVEROS, M. A., DAY, P. M., MONTANA, G. (2002) "Secondary calcite in archaeological ceramics: evaluation of alteration and contamination processes by thin section study" *BAR International Series* 1011, pp. 9-18.
- CAU, M. A., DAY, P. M., BAXTER, M. J., PAPAGEORGIOU, I., ILIOPOULOS, I., MONTANA, G. (2004) "Exploring Automatic Grouping Procedures in Ceramic Petrology" *Journal of Archaeological Science* 31, pp. 1325-1338.
- CERDÀ, D. (1999). *El vi en l'ager Pollentinus i en el seu entorn*. Colecció La Deixa 3, Monografies de Patrimoni Històric, Consell de Mallorca. Cultura i Patrimoni.
- CHAPMAN, R. (1994) *La formación de las Sociedades Complejas*. Crítica.
- CHAPMAN, R., GRANT, A. (1989) "The Talayotic Monuments of Mallorca: Formation processes and function." *Oxford Journal of Archaeology* 8, pp. 55-72.
- CHAPMAN, R., GRANT, A. (1995) "Talayot 4, Son Ferrandell Oleza: Problemas de los procesos de formación, función y subsistencia" *Revista d'Arqueologia de Ponent* 5, pp. 7-50.
- CHATFIELD, M. (2008) "Clay Recipes and the Spread of European Kiln Technology in Peru" En *Archaeological Science and Historic-era Ceramics: A Conversation about Current Understanding and Emergent Perspectives*, Conference on Historical and Underwater Archaeology of the Society for Historical Archaeology.
- CHÁVEZ, G. L., JOHNS, W. D. (1995) "Mineralogical and ceramic properties of refractory clays from central Missouri (USA)" *Applied Clay Science* 9, pp. 407-424.
- CHRISTAKIS, K. S. (1999) "Pithoi and food storage in Neopalatial Crete: A domestic perspective." *World Archaeology* 31 (1), pp. 1-20.
- CHUNG, F. (1974) "Quantitative interpretation of X-ray diffraction patterns: Matrix flushing method of quantitative multicomponent analysis." *Journal of Applied Crystallography*, V.7, pp. 519-525.

- CHUNG, H. (1998) "Los análisis de cerámica arqueológica: análisis petrográfico." *Actividades Arqueológicas: Revista de Estudiantes de Arqueología en México* 16, pp. 14-16.
- CLARK, G. (2007) "Specialisation, standardisation and Lapita ceramics". *Terra Australis* 26, pp. 289-299.
- CLARKE, D. (1984) *Arqueología analítica*. Bellaterra.
- CLOP, X. (1998) "Cerámica prehistórica y experimentación" *Boletín de Arqueología Experimental* 2, pp. 17-20.
- CLOP, X. (2007) *Materia Prima, Cerámica y Sociedad: La gestión de los recursos minerales para manufacturar cerámicas del 3100 al 1500 ANE en el noroeste de la Península Ibérica*. BAR International Series 1660.
- CLOP, X., ÁLVAREZ, A., MARCOS, J. (1996) "Estudio petrológico de las cerámicas cepilladas del neolítico evolucionado del Penedés" *Rubricatum* 1, pp. 207-214.
- CLOP, X., ÁLVAREZ, A. (1998): "Materia prima y producción de cerámicas durante el V milenio Cal ANE en el noreste de la Península Ibérica" *Rubricatum* 2, pp. 123-128.
- COBAS, I., PRIETO, M^a P. (1997) "Defining social and symbolic changes from the Bronze Age to the Iron Age through operational sequences in NW Iberian pottery" En (Ed. F. Criado y C. Parcero) *Landscape, Archaeology, Heritage*, Trabajos en Arqueología del Paisaje 2, pp. 27-34.
- COLL CANYELLES, M. (2001) *Terrisers i ceramistes*. Ajuntament de Marratxí, Mallorca.
- COLL CONESA, J. (1989) *La evolución del ritual funerario en la cultura talaiótica*. Tesis Doctoral Inédita, Universitat de les Illes Balears.
- COLL CONESA, J. (1993) *Aproximació a l'organització territorial de la Vall de Sóller (Mallorca) durant la Protohistoria*. Homenaje al Profesor M. Tarradell, Universidad de Barcelona.
- COLL CONESA J. (1997a) "Arquitectura ritual versus arquitectura doméstica en la Cultura Talayótica". En *La Pedra en Sec. Obra paisatge i Patrimoni. Actes del IV Congrés Internacional de construcció de pedra en sec*. Mallorca. pp. 467-483.
- COLL CONESA, J. (1997b) "La vasija rota: utilidad y significado en la cerámica popular" En *Etnología y tradiciones de las Illes Balears*, El Mundo, pp. 161-176.

Bibliografia

- COLL, J. (1997c). "Aspectes de la religió i la societat talaiòtiques a Mallorca. Els ritus funeraris", en *III Trobada d'Historiadors i Arqueòlegs de Menorca. Religió i societat a Menorca al llarg del temps*, Meloussa 4, pp. 87-99.
- COLOM, G. (1942) *Una contribución al conocimiento de los foraminíferos de la bahía de Palma de Mallorca*. Notas y Resúmenes Ser.II, 108, Instituto Español de Oceanografía.
- COLOM, G. (1974) *Foraminíferos Ibéricos. Introducción al estudio de las especies bentónicas recientes*. Investigación Pesquera 38 (1), 245 pp.
- COLOMER SOLSONA, L. (2005) "Cerámica prehistórica y trabajo femenino en El Argar: una aproximación desde el estudio de la tecnología cerámica" En (coord. M. Sánchez Romero) *Arqueología y género*, pp. 177-217.
- COLOMINAS, J. (1920) "L'Edat del Bronze a Mallorca. Les investigacions de l'institut (1916-1920)". *Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans* 6, pp. 555-573.
- CONSTANTIN. C, COURTOIS, L. (1985) "Le matériau céramique comme caractéristique culturelle. L'exemple du dégraissant pendant le Néolithique dans le Bassin Parisien." *Documents et Travaux de L'IGAL* 9, pp. 19-26.
- CONTRERAS, F. (1984): "Clasificación y tipología en Arqueología. El camino hacia la cuantificación". *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada* 9, pp. 327-385.
- CONTRERAS, F., CAPEL, J., ESQUIVEL, J. A., MOLINA, F., DE LA TORRE, F. (1988) "Los ajuares cerámicos de la necrópolis argárica de la Cuesta del Negro (Purullena, Granada). Avance al estudio analítico y estadístico", *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada* 12-13, pp. 135-156, Granada.
- CONVERTINI F., QUERRÉ G. (1998) "Apports des études céramologiques en laboratoire à la connaissance du Campaniforme: résultats. bilan et perspectives." *Bulletin de lo Société préhistorique française* 95 (3), pp. 333-341.
- COOPER E. (2002) *Ten Thousand Years of Pottery*. The British Museum Press, London.
- CORDERO RUIZ, T., GARCÍA SANJUÁN, L., HURTADO PÉREZ, V., MARTÍN RAMÍREZ, J. M., POLVORINOS DEL RÍO, A., TAYLOR, R. (2006) "La arqueometría de materiales cerámicos: una evaluación de la experiencia andaluza." *Trabajos de Prehistoria* 63 (1), pp. 9-35.

- CORDOVA, C. E., FOLEY, C., NOWELL, A., BISSON, M. (2005) "Landforms, Sediments, Soil Development, and Prehistoric Site Settings on the Madaba-Dhiban Plateau, Jordan." *Geoarchaeology* 20 (1), pp. 29-56.
- CORTÉS SANTIAGO, H. (2009) "El papel de los elementos cerámicos en los procesos metalúrgicos. El caso de Peñalosa, Grupo Estructural VI." *II Congreso de Jóvenes en Investigación Arqueológica*, Universidad Complutense de Madrid.
- COSTA, B. (1998). "El proceso de ocupación y explotación del territorio rural en la Ibiza fenicio-púnica. Algunas hipótesis", en *L'Africa romana*, 12 (2), pp. 839-862.
- COSTIN, C., HAGSTRUM, M. (1995) "Standardization, Labor Investment, Skill, and the Organization of Ceramic Production in Late Prehispanic Highland Peru". *American Antiquity* 60 (4), pp. 619-639.
- COURTOIS, L. (1976) *Examen au microscope petrographique des ceramiques archeologiques*, Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- COURTY, M. A., GOLDBERG, P., MACPHAIL, R. I. (1989) *Soils and micromorphology in archaeology*. Cambridge University Press.
- COWGILL, G. L. (1990) "Artifact Classification and Archaeological Purposes" En (ed. A. Voorrips) *Mathematics and Information Science in Archaeology: A Flexible Framework*, pp. 61-78.
- CREMONTE, M., BALDINI, M., BOTTO, I. (2003) "Pastas y colores. Un camino al conocimiento del estilo Portezuelo de Aguada." *Intersecciones en Antropología* 4, pp. 3-16.
- CRESSWELL, R. (1976) "Techniques et culture, les bases d'un programme de travail." *Techniques et Culture* 1, pp. 7-59.
- CRESSWELL, R. (1983) "Transferts de Techniques et Chaines Operatoires." *Techniques et Culture* 2, pp. 143-163.
- CRESSWELL, R. (2003) "Efficacité technique, efficacité sociale Geste technique, fait social total. Le technique est-il dans le social ou face à lui?" *Techniques et Culture* 40.
- CRIADO BOADO, F. (1993) "Visibilidad e interpretación del registro arqueológico". *Trabajos de Prehistoria*, 50, pp. 39-56.
- CRIADO BOADO, F. (2006) "¿Se puede evitar la trampa de la subjetividad? Sobre arqueología e interpretación" *Complutum* 17, pp. 247-253.

Bibliografía

- CRISTIANI LLACH, C. (2009) "Evaluación de Técnicas de Análisis para la Restauración y Conservación de Cerámica Arqueológica." *Boletín del Laboratorio de Petrología y Conservación Cerámica de la Universidad de Catamarca* 2 (1), pp. 1-186.
- CRUZ, M^a D. (1996) "Ceramic Production in the Banda Area (West-central Ghana): An Ethnoarchaeological approach" *Nyame Akuma* 45, pp. 30-39.
- CUBAS MORERA, M., DOHERTY, C. (2009) "La utilización intencional de la calcita en la elaboración de las primeras evidencias cerámicas en la región cantábrica: El caso de Los Canes (Arangas, Asturias)" *VIII Congreso Ibérico de Arqueometría*, Teruel, pp. 94.
- CUOMO DI CAPRIO, N. (1985) *La ceramica in archeologia: Antiche tecniche di lavorazione e moderni metodi d'indagine*. Collana di Scienze dell'antichità, La Fenice, Roma.
- CUOMO DI CAPRIO, N., VAUGHAN, S. (1993) "An Experimental Study in Distinguishing Grog (Chamotte) from Argillaceous Inclusions in Ceramic Thin Sections". *Archeomaterials* 7 (1), pp. 21-40.
- CRESSWELL, R. (2003) "Geste technique, fait social total. Le technique est-il dans le social ou face à lui?" *Techniques et Culture* 40.
- DARVILL, T., TIMBY, J. (1982) "Textural analysis: a review of potentials and limitations", En (Ed. I. Freestone, C. Johns y T. Potter), *Current research in ceramics: Thin-section studies*. British Museum Occasional Paper 32, pp. 73-84.
- DASZKIEWICZ, M., SCHNEIDER, G., HAESER, J., BOBRYK, E., BARANOWSKI, M. (2009) "Possibilities and limitations of macroscopic determination of pottery fabrics in the field" En (Ed. K. Biró, V. Szilágyi, A. Kreiter) *Vessels: inside and outside Proceedings of the 9th European Meeting on ancient ceramics*, Hungarian National Museum, pp. 29-36.
- DAWSON, D., KENT, O. (1984) "Methods of kiln reconstruction." *Bulletin of the Experimental Firing Group* 2, pp. 13-17.
- DAWSON, D., KENT, O. (1985). "Kiln superstructures: The Bickley experiments." *Bulletin of the Experimental Firing Group* 3, pp. 70-79.
- DAWSON, D., KENT, O. (1987). "Experiments in reduction firing: The Bickley Project." *Bulletin of the Experimental Firing Group* 5, pp. 34-41.
- DEBOER, W. (1984) "The Last Pottery Show: System and Sense in Ceramic Studies" En (Ed. S. van der Leew y A. Pritchard) *The Many Dimensions of Pottery: Ceramics in Archaeology and Anthropology*, pp. 529-571.

- DE LA FUENTE, G. (2007) "Petrología y Tecnología Cerámica: una breve evaluación de los estudios de secciones delgadas (thin-sections) de cerámicas en arqueología." *Boletín del Laboratorio de Petrología y Conservación Cerámica* 1 (1), pp. 10-18.
- DE LA FUENTE, G. (2008) "Post-Depositional Chemical Alterations in Archaeological Ceramics: a critical review and implications for their conservation." *Boletín del Laboratorio de Petrología y Conservación Cerámica* 1 (2), pp. 21-37.
- DE LA FUENTE, G., KRISTCAUTZKY, N., TOSELLI, G., RIVEROS, A. (2005) "Petrología cerámica comparativa y análisis composicional de las pinturas por MEB-EDS de estilo Aguada Portezuelo (ca. 600-900 DC) en el valle de Catamarca (Noroeste Argentino)" *Estudios Atacameños* 30, pp. 61-78.
- DELAPORTE, Y. (1991) "Le concept de variante dans l'analyse des chaînes opératoires." En (Dir. H. Balfet) *Observer l'action technique, des chaînes opératoires, pour quoi faire ?*, CNRS, Paris, pp. 27-30.
- DELIBES, G., FERNÁNDEZ-MIRANDA, M. (1988) *Armas y utensilios de bronce en la Prehistoria de las islas Baleares. Studia Archaeologica* 78. Universidad de Valladolid.
- DELGADO, J., MEDINA, J., CABRERA, R. (2007) "Estudio mineralógico de arcillas cerámicas en Castilla y León" *Macla* 7, pp. 88.
- DESROSIERS, S. (1991). "Sur le concept de chaîne opératoire". En (Dir. H. Balfet) *Observer l'action technique, des chaînes opératoires, pour quoi faire ?*, CNRS, Paris, pp. 21-25.
- DEXTREIT, R. (1988) *El poder curativo de la arcilla*. Ibis, Barcelona.
- DIAS, M., PRUDENCIO, M., ROCHA, F., RAMOS, C., JORGE, A., ALBERGARIA, J., MELRO, S. (2003) "Ceramic production in Monte da Pata 1 and Castelo das Juntas Late Iron Age sites (Guadiana Basin, southern Portugal): some archaeometric results". En (Ed. M. Prudencio, M. Dias, Warenborgh, J.) *Understanding People Through Their Pottery*, Lisboa, *Trabalhos de Arqueologia* 42, pp. 51-59.
- DIAS, M., VALERA, C., PRUDENCIO, M. (2003) "Pottery production technology throughout the third millennium BC on a local settlement network in Fornos de Algodres, central Portugal." En (Ed. M. Prudencio, M. Dias, J. Warenborgh) *Understanding People Through Their Pottery*, Lisboa, *Trabalhos de Arqueologia* 42, pp. 41-48.
- DÍAZ-ANDREU GARCÍA, M. (1996) "El ámbito funerario del Bronce Pretalayótico y la plasmación de la diferenciación social en la isla de Mallorca durante el segundo milenio a.C." *Complutum Extra* 6 (1), pp. 227-236.

Bibliografia

- DÍAZ-ANDREU, M., FERNÁNDEZ-MIRANDA, M. (1991) "Pretalayotic Burial Caves of Mallorca. Classification and analysis" En (Coord. W. H. Waldren, J. A. Ensenyat y R. C. Kennard) *II Deya International Conference of Prehistory. Recent Developments in Western Mediterranean Prehistory: Archaeological Techniques, Technology and Theory*, BAR International Series 574, pp., 79-114.
- DICKS, J. (2008) "Dating romano-british Ceramics by thin-section petrography" *Petrography of Archaeological Materials Congress*.
- DÍEZ, T., GASULL, P., LULL, V., SANAHUJA, M. (1980) "Excavaciones en el yacimiento de Son Fornés 1975-1978 (Montuiri, Mallorca)" *Noticiario Arqueológico Hispánico* 9, pp. 313-378.
- DIETLER, M. (1997) "The Iron Age in Mediterranean France: Colonial Encounters, Entanglements, and Transformation " *Journal of World Prehistory* 11 (3), pp. 269-358.
- DIETLER, M.; HERBICH, I. (1998) "Habitus, techniques, style: an integrated approach to the social understanding of material culture and boundaries", En (Ed. M. Stark) *The Archaeology of Social Boundaries*, Washington: Smithsonian, pp. 232-263.
- DI PIERRO, S. (2003) "Matrix-temper separation of Neolithic ceramics: an experimental approach to characterize the original raw materials and determine their provenance" *Proceedings of the 6 Th European Meeting of Ancient Ceramics*, pp. 109-131.
- DJORDEVIC, B.V. (2003) "Some ethno-archaeological possibilities in the pottery technology investigations." En (Ed. M. Prudencio, M. Dias y J. Waereborgh) *Understanding people through their pottery*, pp. 61-69.
- DOBRES, M., HOFFMAN, C. (1994) "Social agency and the dynamics of prehistoric technology" *Journal of Archaeological Method and Theory* 1 (3), pp. 211-258.
- DOMINGO, A. (1994) *Tratamiento digital de imágenes*. Anaya Multimedia, Madrid.
- DOMÍNGUEZ MONEDERO, A. (2004). "Els baleàrics segons les fonts literàries grecoromanes", En (Coord. V. Guerrero) *Historia de les Illes Balears*. (vol. I) *De la prehistòria i l'Antiguitat al món islàmic*, Edicions 62, Barcelona, pp. 247-280.
- DOMÍNGUEZ MONEDERO, A. (2005). "Los mercenarios baleáricos" *Treballs del Museu Arqueològic d'Eivissa i Formentera* 56, pp. 163-189.
- DOMÍNGUEZ MONEDERO, A. (2006a) "Los baleáricos en las fuentes literarias grecolatinas". En *Historia de las Baleares: Patrimonio prehistórico y artístico. Prehistoria e Historia Antigua*, Vol. 16. El Mundo, Edit. Rey Sol, pp. 112-141.

- DOMÍNGUEZ MONEDERO, A. (2006b). "Guerra y ejército en el mundo fenicio-púnico", En (Ed. B. Costa y J. Fernández) *XIX Jornadas de Arqueología Fenicio- Púnica*, Eivissa.
- DORAN, J. E., HODSON, F. R. (1975) *Mathematics and Computers in Archaeology*. Edinburgh University Press.
- DORNAN, J. (2002) "Agency and Archaeology: Past, Present and Future Directions." *Journal of Archaeological Method and Theory* 9 (4), pp. 303-329.
- DRAKE, K. (1972) *Cerámica sin torno*. Kapelusz, Buenos Aires.
- DREBUSHCHAK, V., MYLNIKOVA, L., DREBUSHCHAK, T., BOLDYREV, V. (2005) "The investigation of ancient pottery: Application of thermal analysis." *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 82, pp. 617-626.
- DRUC, I. (1996) "De la etnografía hacia la arqueología: Aportes de entrevistas con ceramistas de Ancash (Perú) para la caracterización de la cerámica prehispánica." *Bulletin de l'Institut Français d' Etudes Andines* 25 (1), pp. 17-41.
- DRUC, I. (2009) "Tradiciones alfareras, identidad social y el concepto de etnias tardías en Conchucos, Ancash, Perú" *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines* 38 (1), pp. 87-106.
- DUEÑAS, J., FREIXA, A., MORENO, V., PEDRO, P., RODRÍGUEZ, P. (1986) "Ordenación y funcionalidad del espacio en una casa talayótica: Son Fornés, Mallorca" *Arqueología Espacial* 9, pp. 59-78.
- DUITAMA, L., ESPITIA, C., MOJICA, J., QUINTERO, J., ROMERO, F. (2004) "Composición mineralógica y química de las arcillas empleadas para cerámica roja en las zonas de Medellín, Itagüí y Amagá." *Revista de la Academia Colombiana de las Ciencias* 28 (109), pp. 555-563.
- DUNNELL, R.C. (1977) *Prehistoria moderna. Introducción sistemática a la Arqueología. Prehistórica*. Istmo, Madrid.
- DUNNELL, R., HUNT, T. (1990) "Elemental Composition and Inference of Ceramic Vessel Function." *Current Anthropology* 31 (3), pp. 330-336.
- DURN, G. (2003) "Terra Rossa in the Mediterranean Region: Parent Materials, Composition and Origin." *Geologia Croatica* 56 (1), pp. 83-100.

Bibliografia

- DUISTERMAAT, K. (2007) *The pots and potters of Assyria: technology and organization of production, ceramics sequence and vessel function at Late Bronze Age Tell Sabi Abyad, Syria*. Phd, Faculty of Archaeology, Leiden University.
- ECHALLIER, J. C. (1984) *Éléments de Technologie Céramique et d'Analyse des Terres Cuites Archéologiques*. Documents d'Archéologie Méridionale: Méthodes et Techniques 3.
- ECHALLIER, J. C. (1991) "La ceramique" En (Ed. D. Binder) *Una économie de chasse au néolithique ancien. La grotte Lomabrd à Saint-Vallier-de-Thiey (Alpes-maritimes)* Monographies du Centre de Recherches Archeológicas 5, pp. 71-89.
- ECHALLIER, J. C., JALLOT, L. (1992) "Le materiel ceramique de Moulin Villard (Caissargues, Gard)" *Revue d'Archéometrie* 16, pp. 71-87.
- ÉCHALLIER, J. C., COURTIN, J. (1994) "Approche minéralogique de la poterie du néolithique ancien de la baume Fontbrégoua a Salernes (Var)" *Gallia Préhistoire* 36, pp. 267-297.
- EDMONDS, M. (1990) "Description, Understand and the Chaîne Opératoire" *Technology in the humanities, Archaeological Review from Cambridge*. Cambridge, Department of Archaeology 9 (1), pp. 55-70.
- EIROA, J., BACHILLER GIL, J. A., CASTRO PÉREZ, L., LOMBA MAURANDI, J. (1999) *Nociones de tecnología y tipología en Prehistoria*, Ariel.
- EITELJORG, H. (2002) "How Should We Measure an Ancient Structure?" *Nexus Network Journal* 4 (4) <http://nexusjournal.com/Eiteljorg.html>
- EMAMI, S., VOLKMAR, J., TRETTIN, R. (2008) "Quantitative characterisation of damage mechanisms in ancient ceramics by quantitative X-ray powder diffraction, polarisation microscopy, confocal laser scanning microscopy and non-contact mode atomic force microscopy." *Surface Engineering* 24 (2), pp. 129-137.
- ENSENYAT PUJOL, J. B. (1919) *Historia de la Baronía de los Señores Obispos de Barcelona en Mallorca*. Escuela Tipográfica Provincial, Palma de Mallorca.
- ENSENYAT, B. (1956) "El Puig d'en Canals. Soller (Mallorca)" *Noticiario Arqueológico Hispánico* III-IV, pp. 37-59.
- ENSENYAT, C. (1971) "Excavaciones en el navetiforme Alemany". *Noticiario Arqueológico Hispánico* 15, pp. 39-73.
- ENSENYAT, C. (1981) *Las cuevas sepulcrales mallorquinas de la edad del hierro*. Excavaciones Arqueológicas en España 118, Madrid.

- ESCAFÍ I TOUS, P. (2000) *Cançons, gloses, refranys i locucions del fang*. Àrea de Cultura i Educació, Ajuntament de Marratxí, Mallorca.
- ESPÍ PÉREZ, I. (2000) “Anàlisi petrològica de ceràmiques del Ferro i i Ibèric Antic de jaciments de l’Alcoià i el Comtat” *Recerques del Museu d’Alcoi*, 9, pp. 107-118.
- ESQUIVEL, J. A., CONTRERAS, F. (1984) “Una experiencia arqueológica con microordenadores. Análisis en Componentes Principales y Clusterización: Distancia Euclídea y de Mahalanobis”. *XIV Congreso Nacional de Estadística, Investigación Operativa e Informática* Vol. I, pp. 133-146.
- ESQUIVEL, J. A., CONTRERAS, F., MOLINA, F., CAPEL, J. (1991) “Una aplicación de la Teoría de la Información al análisis de datos definidos mediante variables cualitativas multiestado: medidas de similaridad y análisis cluster” *Complutum* 1, pp. 53-64.
- ESTANY MORROS, I. (1992) “La ceràmica ibèrica feta a mà de la casa nº 3 de Darró (Vilanova i la Geltrú, Garraf)”, *Miscellania Penedesenca* 16, pp. 99-112.
- ESTEBAN, A., MURO, A., ORFILA, M., VALLDESPIR, A. (1991) “La reconstrucción histórica de un territorio: La Bahía de Santa Ponsa (Mallorca)” En *II Deyá Conference of Prehistory: Archaeological Techniques, Technology and Theory*, Bar international series 574, Oxford, pp. 223-238.
- ESTRAMERA PORTELA, S., DEL VALLE GONZÁLEZ, A. (1999) “Las almagras neolíticas de la Cueva de la Vaquera (Segovia): la transformación térmica de la goethita en relación con los cambios de color de la pintura cerámica” *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología* 65, pp. 43-52.
- FEATHERS, J. K. (2006) "Explaining Shell-Tempered Pottery in Prehistoric Eastern North America" *Journal of Archaeological Method and Theory* 13 (2), pp. 89-133.
- FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, V., FERNÁNDEZ LÓPEZ, G. (1991) “El sistema TIESTO: una propuesta de análisis de los fragmentos cerámicos en excavaciones arqueológicas” *Complutum* 1, pp. 231-241.
- FERNANDEZ MIRANDA, M. (1978) *Secuencia cultural de la prehistoria de Mallorca*, Biblioteca Prehistórica Hispana 15.
- FERNANDEZ MIRANDA, M. (1983) “Yacimientos talayóticos para el estudio de la romanización de la Isla de Mallorca”. *Symposium de Arqueología: Pollentia y la romanización de las Baleares*, pp. 93-122.

Bibliografia

- FERNÁNDEZ NAVARRO, E. (1999) Estudio tecnológico de la cerámica nazari de Granada. *Transfretana*, Instituto de Estudios Ceuties, pp. 41-70.
- FERNÁNDEZ NAVARRO, E. (2008) *Tradición tecnológica de la cerámica de cocina almohade-nazari*. Arqueología y Cerámica, Granada.
- FERNÁNDEZ, J., COSTA, B. (2006) *Ibiza fenicio-púnica*. Historia de las Islas Baleares Vol. III, Rey Sol.
- FERNÁNDEZ-RUIZ, R., GARCÍA-HERAS, M. (2007) "Study of archaeological ceramics by total-reflection X-ray fluorescence spectrometry: Semi-quantitative approach" *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* (10), pp. 1123-1129.
- FERRARI, S., GUALTIERI, A. F. (2006) "The use of illitic clays in the production of stoneware tile ceramics" *Applied Clay Science* 32, pp.73-81.
- FIELDER, N. R. (1991) "Grain size analysis of archaeological pottery: the use of statistical models" *British Museum Occasional Paper* 81, pp. 71-111.
- FOLK, R. (1968) *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphill Publishing Co. Austin, Texas.
- FORD, J. A. (1954) "The Type Concept Revisited" *American Anthropologist* 56, pp. 42-54.
- FORNÉS, J., GARCÍA, J., QUINTANA, C., JUNCOSA, E., SALVÀ, B., CALVO, M., GUERRERO, V. (2001) "El jaciment dels Closos de Can Gaià i el seu entorn natural i humà" *I Jornades d'Estudis Locals de Felanitx*, pp. 214-218.
- FORNÉS, J., MATES, F., SERVERA, G., JAVALOYAS, D., BELENGUER, C., OLIVER, L., SALVÀ, B. (2009) "Más que una casa. Los navetiformes en el Bronce Balear" En *IV Reunión Internacional de Arqueología de Calafell*, Tarragona 6-9 marzo, pp. 323-330.
- FORNÓS, J. (1998) *Aspectes geològics de les Balears: Mallorca, Menorca i Cabrera*, Universitat de les Illes Balears.
- FRANKEN, H. J., KALSBECK, J. (1969) *Excavations at Tell Deir 'Alla*. Leiden, Brill.
- FRANKEN, H. J., KALSBECK, J. (1975) *Potters of a Medieval Village in the Jordan Valley*. American Elsevier, New York.
- FRANKEN, H.J., KALSBECK, J. (1984) "Iron Age Pottery from Haren, Brabant, the Netherlands". *Newsletter II*. Leiden, pp. 17-23.

- FREESTONE, I., RIGBY, V. (1982) "Class B cordoned and other imported wares from Hengistbury Head, Dorset" En (Ed. I. Freestone, C. Johns y T. Potter) *Current research in ceramics: Thin-section studies*. British Museum Occasional Paper 32, pp. 29-43.
- FREESTONE, I. C., MEEKS, N. D., MIDDLETON, A. P. (1985) "Retention of phosphate in buried ceramics: an electron micro-beam approach" *Archaeometry* 27, pp. 161-77.
- FULLER, D. (2005) "Ceramics, seeds and culinary change in prehistoric India." *Antiquity* 79, pp. 761-777.
- GALLART, M. D., LÓPEZ, F., (1988) "Análisis mineralógico de las cerámicas neolíticas de la Cueva de Chaves (Casbas, Huesca)". *Bolskan* 5, pp. 5-26.
- GALLART, M. D., MATA, M. P. (1995) "Análisis mineralógico de las cerámicas" *Bolskan* 12, pp. 171-180.
- GALLART, M. D., MATA, M. P. (1999) "El análisis mineralógico y textural de dos cerámicas características del neolítico, procedentes de La Rioja" En (Ed. J. Capel) *Arqueometría y Arqueología*. Monográfica Arte y Arqueología. Universidad de Granada, pp. 57-68.
- GALLEGOS GÓMORA, M., ARMIJO TORRES, R. (2008) "Las manos de Eneida en el barro: alfarería tradicional de tabasco " *México Distrito Federal* 15, pp. 362-380.
- GALVÁN, V. (1995) "Almizaraque: Correlación entre geoquímica y tipos cerámicos" *Complutum* 6, pp.319-327.
- GALVÃO, L., PIZARRO, M., EPIPHANIO, J. (2001) "Variations in reflectance of tropical soils spectral-chemical composition relationships from AVIRIS data". *Remote Sensing of Environment* 75 (2), pp. 245-255.
- GARCÍA AMENGUAL, E. (2006) "El proceso constructivo de un edificio de la Edad del Bronce de Menorca: El caso de Son Mercer de baix (Ferrerries, Menorca)" *Mayurqa* 31, pp. 113-136.
- GARCIA AMENGUAL, E., GUERRERO, V., CALVO, M., GARCIA ROSSELLÓ, J., ALBERO, D., GARCÍAS, P. (2010) "La Torre III del Puig de Sa Morisca. avanç de les campanyes d'excavació 2005-2007". *II Jornades Locals de Calvià, Plataforma Calvià per la Llengua*, Institut d'Estudis Baleàrics, pp. 43-60.
- GARCÍA DEL AMO, D. (2000) "Determinación de parámetros mineralógicos mediante análisis digital de imagen" *Cadernos del Laboratorio Xeológico de Laxe* 25, pp. 119-122.

Bibliografia

- GARCÍA GRINDA, J. L. (2007) "L'architecture traditionnelle méditerranéenne: Territoire, paysage et architecture traditionnelle" En *Méthode Rehabimed. Architecture Traditionnelle Méditerranéenne, II, Réhabilitation Bâtimentes*, pp. 48-66.
- GARCÍA HERAS, M., BLACKMAN, M. J., FERNÁNDEZ-RUIZ, R., BISHOP, R. (2001) "Assesing ceramic compositional data: a comparison of total reflexion X ray fluorescence and instrumental neutron activation analysis on late Iron Age spanish celtiberian ceramics " *Archaeometry* 43 (3), pp. 325-347.
- GARCÍA ORELLANA, J. (1998) *Caracterització de ceràmica pretalaiòtica de l' illa de Menorca mitjançant la datació per termoluminiscència*. Treballs del Museu de Menorca 18.
- GARCÍA ORELLANA, J., MOLERA MARIMON, J., VENDRELL SAZ, M. (2001) *Caracterització de ceràmiques prehistòriques de l'illa de Menorca*. Treballs del Museu de Menorca, Govern de les Illes Balears.
- GARCÍA ROSSELLÓ, J. (2006) "La producción cerámica en los valles centrales de Chile: estrategias productivas" *Treballs d'etnoarqueologia* 6 (CSIC), pp. 297-313.
- GARCÍA ROSSELLÓ, J. (2007a) "La producción cerámica mapuche. Perspectiva histórica, arqueológica y etnográfica" *VI Congreso Nacional de Antropología*, Colegio de Antropólogos, Valdivia.
- GARCÍA ROSSELLÓ, J. (2007b) "La etnoarqueología como experimentación: Identificación de marcas de manufactura en cerámicas modeladas a mano." En (Ed. M. Ramos Sáinz, J. González Urquijo, J. Baena Preysler) *Arqueología Experimental en la Península Ibérica: investigación, didáctica y patrimonio*, pp. 45-57.
- GARCÍA ROSSELLÓ, J. (2008) *Etnoarqueología de la producción cerámica: Identidad y territorio en los valles centrales de Chile*. Mayurqa 32. Número monográfico.
- GARCÍA ROSSELLÓ, J. (2010). *Análisis traceológico de la cerámica. Modelado y espacio social durante el Postalayótico (s. V-I AC) en la península de Santa Ponça (Calvià, Mallorca)*. Tesis doctoral inédita, Universitat de les Illes Balears.
- GARCÍA ROSSELLÓ, J., QUINTANA, C. (2003) "Cerámica indígena y cerámica a torno: una aportación a la producción cerámica talayótica tardía de Mallorca" *Mayurqa*, 29, pp. 281-300.
- GARCÍA ROSSELLÓ, J., CALVO TRÍAS, M. (2006) "Análisis de las evidencias macroscópicas de cocción en la cerámica prehistórica una propuesta para su estudio." *Mayurqa* 31, pp. 83-112.

- GARCÍA ROSSELLÓ, J., GORNÉS, S., CALVO, M., GUERRERO, V. (2007) “El Bronce Antiguo. Aldeas nabiformes y arranque de la jerarquización social.” En (Ed. Guerrero *et al.*) *Prehistoria de las Islas Baleares: Registro arqueológico y evolución social antes de la Edad del Hierro*. BAR Internacional Series 1690, pp. 185-250.
- GARCÍA ROSSELLÓ, J., ALBERO SANTACREU, D., (2008) “Áreas fuente de arcilla: Prospección y análisis de plasticidad” *II Congreso Internacional de Arqueología Experimental*, Ronda (Málaga).
- GARCÍA ROSSELLÓ, J., CALVO TRÍAS, M., ALBERO SANTACREU, D., (en prensa) “Coccions de superfície a la prehistòria mallorquina: anàlisi de les ceràmiques procedents del turriforme escalonat de Son Ferrer”. *III Jornadas de la Sección de Arqueología del Colegio de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras de las Islas Baleares*. Ed. Institut d’Estudis Menorquins.
- GARCÍAAS, M. P., GLOAGUEN, E. (2003) “Los enterramientos infantiles en el túmulo de Son Ferrer (Calviá, Mallorca): Una primera aproximación” *Mayurqa* 29, pp. 269-280.
- GARDIN, J. C. (1985) *Code pour l’analyse des formes de poteries*. Paris.
- GARRISON, E. (2003) *Techniques in archaeological geology*, Springer.
- GASULL, P.; LULL, V., SANAHUJA, M. E. (1984a) *Son Fornés I: La fase talayótica. Ensayo de reconstrucción socio-económica de una comunidad prehistórica de la isla de Mallorca*. BAR International Series 209, Oxford.
- GASULL, P., LULL, V., SANAHUJA, M. E. (1984b) “La habitación 5 de Son Fornés (Montuiri-Mallorca): Modelo de una vivienda talayótica” En (Ed. W. Waldren y R. Chapman) *Early Settlement in the Western Mediterranean Islands and the Peripheral areas: The Deia conference of prehistory*. BAR International Series 229, pp. 1259-1297.
- GASULL, P., LULL, V., SANAHUJA, M. (1984c) “Estudio comparativo de los talayots nº 1 y 2 de Son Fornés (Montuiri, Mallorca)”. En (Ed. W. Waldren y R. Chapman) *Early Settlement in the Western Mediterranean Islands and the peripheral areas: The Deia conference of prehistory*. BAR International Series 229, pp.1239-1257.
- GELBERT, A. (2000). *Etude Ethnoarchéologique des phénomènes d’emprunts céramiques. Enquêtes dans les haute et moyenne vallées du fleuve Sénégal (Sénégal)*. Paris, Thèse de Doctorat. Université de Paris X- Nanterre.

- GENESTE, J. M. (1991) "L'approvisionnement en matières premières dans les systèmes de production lithique: la dimension spatiale de la technologie." En (Ed. R. Mora, X. Terradas, A. Parpal y C. Plana) *Tecnología y cadenas operativas Líticas*, Treballs d'Arqueologia 1, pp. 1-36.
- GHERDÁN, K., SZAKMÁNY, G., TÓTH, M., BIRÓ, K., KISS, V. (2007) "Archaeometric studies on Early Bronze Age pottery from Vörs-Máriaasszony-Sziget" *Archeometriai Műhely* 2, pp. 21-31.
- GHERDÁN, K., HORVÁTH, T. (2009) "Petrographic investigation of the finds of Balatonöszöd-Temetői Dűlő Baden settlement" En (Ed. K. Biró, V. Szilágyi, A. Kreiter) *Vessels: inside and outside Proceedings of the 9th European Meeting on ancient ceramics*, Hungarian National Museum, pp. 265-275.
- GIBSON, A., WOODS, A. (1990) *Prehistoric pottery for the archaeologist*. Leicester, University Press.
- GIDDENS, A. (1979) *Central problems in Social Theory*. London, McMillan.
- GIL MASCARELL, M., FERNÁNDEZ IZQUIERDO, A., OLIVER FOIX, A. (1996) "Resultado de las excavaciones arqueológicas en el yacimiento ibérico de la Torre de Foios (Lucena, Castellón)" *Quaderns de Prehistòria i Arqueologia Castrense* 17, pp. 219-254.
- GILI, S. (1995) *Territorialidades de la prehistoria reciente mallorquina*. Tesis doctoral. Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona.
- GIMÉNEZ, J., TABERNER, C. (2003) "Carbonatos de origen sedimentario y diagenético" En (Ed. J. C. Melgarejo) *Atlas de asociaciones minerales en lámina delgada*, Publicaciones de la Universidad de Barcelona, pp. 193-204.
- GLIOZZO, E., VIVACQUA, P., TURBANTI, I. (2008) "Integrating archaeology, archaeometry and geology: local production technology and imports at Paola (Cosenza, Southern Italy)." *Journal of Archaeological Science* 35, pp. 1074-1089.
- GÓMEZ, B., DOHERTY, C. (2000) "A preliminary petrographic analysis of Cypriot white slip II ware" *Archaeometry* 42 (1), pp. 109-118.
- GOMEZ, B., NEFF, H., RAUTMAN, M., VAUGHAN, S., GLASCOCK, M. (2002) "The Source Provenance of Bronze Age and Roman pottery from Cyprus." *Archaeometry* 44 (1), pp. 23-36.

- GOMEZ-GRAS, D., RISCH, R. (1999) "Análisis petrográficos de cerámicas de la Cova des Càrritx" En (Ed. V. Lull, R. Micó, R. Risch y C. Rihuete) *La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol. Ideología y Sociedad en la Prehistoria de de Menorca*, Consell Insular de Menorca. pp. 567-580.
- GÓMEZ PÉREZ, J. L., RUBINOS PÉREZ, A., (2005) "Dataciones del material óseo procedente de las navetas de La Cova y de Son Morell y del hipogeo nº 3 de Llucalari (Menorca)". *Mayurqa* 30, pp. 369-377.
- GONZÁLEZ RUIBAL, A. (1998) "Etnoarqueología de los abandonos en Galicia: El papel de la cultura material en una sociedad agraria en crisis." *Complutum* 9, pp. 167-191.
- GONZÁLEZ RUIBAL, A. (2003) *La experiencia del otro: una introducción a la etnoarqueología*. Akal.
- GONZÁLEZ RUIBAL, A. (2005) "Etnoarqueología de la cerámica en el oeste de Etiopía" *Trabajos de Prehistoria* 62 (2), pp. 41-66.
- GONZÁLEZ RUIBAL, A. (2006) "Experiencia, Narración, Personas: Elementos para una arqueología comprensible" *Complutum* 17, pp. 235-246.
- GORNÉS, S., GUAL, J., LÓPEZ, A., DE NICOLÁS, J., ROCA, A. (2004) "L'assentament humà: des de la prehistòria fins al baix Imperi." En (Ed. J. Fornós, A. Obrador y M. Rosselló) *Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*. Monogràfic de la Societat d'Història Natural de Balears 11, pp. 327-350.
- GOSDEN, C. (2001). "Postcolonial Archaeology: Issues of Culture, Identity, and Knowledge", En (Ed. I. Hodder) *Archaeological Theory Today*, Cambridge: Polity Press, pp. 241-261.
- GOSE, E., JOHNSONBAUGH, R., JOST, S. (1996) *Pattern recognition and Image analysis* Prentice Hall, Upper Sadler River, NJ.
- GOSSELAIN, O. (1992a) "Technology and Style: Potters and Pottery among Bafia Cameroon" *Man* 27 (3), pp. 559-586.
- GOSSELAIN, O. (1992b) "Bonfire of the enquiries. Pottery firing temperatures in archaeology: What for?" *Journal of Archaeological Science* 19 (3), pp. 243-259.
- GOSSELAIN, O. (1994) "Skimming through potter's Agendas: An ethnoarchaeological study of clay selection strategies in Cameroon" En (Ed. T. Childs) *Society, Culture and Technology in Africa*, University of Pennsylvania.

Bibliografia

- GOSSELAIN, O. (2000) "Materializing identities: an African perspective" *Journal of Archaeological Method and Theory* 7 (3), pp. 187-217.
- GOSSELAIN, O. P. (2002). *Poteries du Cameroun Meridional. Styles, Techniques et rapports a l'identite*. Paris, CNRS.
- GOSSELAIN, O. P. (2008) "Thoughts and adjustments in the potters backyard." En (ed. I. Berg) *Breaking the Mould: Challenging the Past through Pottery*, BAR International Series 1861, pp. 67-79.
- GOSSELAIN, O. P., LIVINGSTONE SMITH, A., WALLAERT, H., WILLIAMS EWE, G., VANDER LINDEN, M. (1996) "Preliminary results of fieldwork done by the "Ceramic and Society Project" in Cameroon, December 1995-March 1996." *Nyame Akuma* 46, pp. 11-17.
- GOSSELAIN, O., LIVINGSTONE-SMITH, A. (2005) "The source clay selection and processing practices in Sub-Saharan Africa" *BAR International Series* 1349, pp. 33-47.
- GRÀCIA, F., JAUME, D., RAMIS, D., FORNOS, J., BOVER, P., CLAMOR, B., GUAL, M.A., VADELL, M. (2003) "Les Coves de Cala Anguila (Manacor, Mallorca). II: La Cova Genovesa o Cova d'en Bessó. Espeleogènesi, geomorfologia, hidrologia, sedimentologia, fauna, paleontologia, arqueologia i conservació." *Endins* 25, pp. 43-86.
- GRACIA ALONSO, F., PALLARÉS COMAS, R., MUNILLA CABRILLANA, G. (1988) *La Moleta del Remei, Alcanar-Montsià: campanya 1985-1986*. Diputació de Tarragona.
- GREENE, A., HARTLEY, C. (2009) "From analog to digital: protocols and program for a systematic digital radiography of archaeological pottery." En (Ed. K. Biró, V. Szilágyi, A. Kreiter) *Vessels: inside and outside Proceedings of the 9th European Meeting on ancient ceramics*, Hungarian National Museum, pp. 5-14.
- GREGOR, M., CAMBAL, R. (2009) "Preliminary mineralogical and petrographic study of La Tène household ceramics from Bratislava's oppidum (Slovakia)" En (Ed. K. Biró, V. Szilágyi, A. Kreiter) *Vessels: inside and outside Proceedings of the 9th European Meeting on ancient ceramics*, Hungarian National Museum, pp. 255-264.
- GRIMALT VIGO, F. (2001) *Els camins de Calvià*. Ajuntament de Calvià, Mallorca.
- GUAL, J. M. (1993). *Figures de bronze a la Protohistòria de Mallorca*. Conselleria d'Educació i Cultura, Palma.
- GUERRERO AYUSO, V. (1979) "El yacimiento funerario de Son Boronat (Calvià, Mallorca)" *Boletín de la Sociedad Arqueológica Luliana* 37, 830-831, pp. 1-50.

- GUERRERO AYUSO, V. (1980) "El mercenario balear (Una aproximación a su problemática socioeconómica)." *Maina* 1, pp. 34-40.
- GUERRERO AYUSO, V. (1981) *Los asentamientos humanos sobre islotes costeros de Mallorca*. Trabajos del Museo de Mallorca, 31.
- GUERRERO AYUSO, V. (1982): *Los núcleos arqueológicos de Calviá*, Ajuntament de Calviá, Palma.
- GUERRERO AYUSO, V. (1983) "El santuario Talayótico de Son Mari" *Boletín de la Sociedad Arqueológica Luliana* 39, pp. 293-336.
- GUERRERO AYUSO, V. (1983) "Hallazgo de una ofrenda votiva talayótica en el Puig Gros de Bendinat." *Boletín de la Sociedad Arqueológica Luliana* 39, pp. 481-486.
- GUERRERO AYUSO, V. (1984) *El asentamiento púnico de Na Guardis*. Excavaciones Arqueológicas en España 133, Madrid.
- GUERRERO AYUSO, V. (1985) *Indigenisme i colonització púnica a Mallorca*. Ajuntament de Ses Salines, Mallorca.
- GUERRERO AYUSO, V. (1986) "El elemento púnico en la cultura talayótica". En (Ed. G. del Olmo) *Los fenicios en la Península Ibérica*. AUSA, pp. 339-375.
- GUERRERO AYUSO, V. M. (1987). *La Colonia de Sant Jordi (Mallorca)*. *Estudis d'Arqueologia i epigrafia*. Centre d'Estudis Gabriel Alomar, Palma.
- GUERRERO AYUSO, V. (1989) "Puntos de escala y embarcaderos púnicos en Mallorca: Illot d'en Sales" *Boletín de la Sociedad Arqueológica Luliana* 45, pp. 27-38.
- GUERRERO AYUSO, V. (1994) "Formación social indígena y relaciones coloniales en la protohistoria balear." *Gerión* 12, pp. 155-195.
- GUERRERO AYUSO, V.M. (1995a) "Una sociedad en estadio de jefatura (Chiefdoms). La cultura talayótica balear" En (Ed. W. Waldren, J. Ensenyat y R. Kennard) *Ritual, rites and religion in Prehistory III Deya International Conference of Prehistory* BAR International Series 611 (II), Oxford, pp. 281-294.
- GUERRERO AYUSO, V. (1995b) "Colonos, caciques y mercenarios. Una aproximación al contexto histórico del intercambio desigual en la protohistoria de las Baleares", *X Jornadas de Arqueología Fenicio-Púnica*, Museo Arqueológico de Ibiza.

Bibliografía

- GUERRERO AYUSO, V. (1997a) *La colonización púnica de Mallorca. La documentación arqueológica y el contexto histórico*, El Tall, Palma de Mallorca.
- GUERRERO AYUSO, V. (1997b) *Cazadores y pastores en la Mallorca Prehistórica. Desde los inicios al Bronce Final*. El Tall, Palma de Mallorca.
- GUERRERO AYUSO, V. (1999a) *La cerámica protohistórica a torno de Mallorca (s.VI-I a.C.)* BAR International Series 770.
- GUERRERO AYUSO, V. (1999b) *Arquitectura y poder en la prehistoria de Mallorca*. El Tall, Palma de Mallorca.
- GUERRERO AYUSO, V. (2003) "Colonos e Indígenas en las Baleares prerromanas." En *Colonialismo e Interacción cultural: El impacto fenicio púnico en las sociedades autóctonas de occidente*, pp. 145-203.
- GUERRERO AYUSO, V. (2004) "Colonialismo e interacción cultural: El impacto fenicio-púnico en las sociedades autóctonas de occidente" *XVIII Jornadas de Arqueología Fenicio-Púnica*, pp. 145.
- GUERRERO AYUSO, V. (2006) "Nautas baleáricos durante la prehistoria I". *Pyrenae* 37 (1).
- GUERRERO AYUSO, V. (2006) "Nautas baleáricos durante la prehistoria II". *Pyrenae* 37 (1), pp. 7-45.
- GUERRERO AYUSO, V. (2006) "Son Boronat (Calviá)" En *Historia de las Baleares: Patrimonio prehistórico y artístico. Prehistoria e Historia Antigua*, Vol. 16. El Mundo, Edit. Rey Sol, pp. 60-63.
- GUERRERO AYUSO, V. (2007) "Condiciones biogeográficas y estratégicas de la colonización humana insular" En (Ed. V. Guerrero, M. Calvo, J. García y S. Gornés) *Prehistoria de las Islas Baleares: Registro arqueológico y evolución social antes de la Edad del Hierro*. BAR Internacional Series 1690, pp. 13-60.
- GUERRERO AYUSO, V. (2008) "El Bronce Final en las Baleares: Intercambios en la antesala de la colonización fenicia del archipiélago." *Contacto Cultural entre el Mediterráneo y el Atlántico (siglos XII-VIII ANE.): La precolonización a debate*, pp. 183-217.
- GUERRERO, V.; QUINTANA, C. (2000) "Comercio y difusión de ánforas ibéricas en Baleares" *Quaderns de Prehistoria i Arqueologia de Castelló* 21, p.153-182.

- GUERRERO AYUSO, V., CALVO TRÍAS, M. (2001) Indígenas y colonos. Intercambios aristocráticos y comercio empórico en la protohistoria balear, file:///Talayots.com/Talayotscom/portal/firma/%A5_PS_Preview_.html
- GUERRERO AYUSO, V., CALVO TRÍAS, M., SALVÁ SIMONET, B. (2002) “La cultura Talayótica: una sociedad de la edad del hierro en la periferia de la colonización fenicia” *Complutum* 13, pp. 221-25.
- GUERRERO, V. M.; CALVO, M.; COLL, J. (2003) *El dolmen de S'Aigua Dolça (Artà, Mallorca)*, Consell Insular de Mallorca, Colecció La Deixa 5, Palma.
- GUERRERO, V. M., ENSENYAT, J., CALVO, M., ORVAY, J. (2005) “El abrigo rocoso de son Gallard-Son Marroig. Nuevas aportaciones treinta y siete años después”, *Mayurqa* 30, pp. 79-140.
- GUERRERO AYUSO, V., LÓPEZ PARDO, F. (2006) “Gallos en la cámara de la muerte. Aproximación a su significado en la necrópolis de la Edad de Hierro «Cometa dels Morts» (Escorca, Mallorca)” *Mayurqa* 31, pp. 211-229.
- GUERRERO AYUSO, V.M.; CALVO TRIAS, M.; GORNÉS HACHERO, S. J. (2006a) *El poblamiento prehistórico de las islas Baleares*. Historia de las Baleares Vol. I Edit. Rey Sol.
- GUERRERO AYUSO, V.M.; CALVO TRIAS, M.; GORNÉS HACHERO, S. J. (2006b) *Mallorca y Menorca en la Edad del Hierro*. Historia de las Baleares Vol. II Edit. Rey Sol.
- GUERRERO, V., CALVO, M., GARCÍA, J., GORNÉS, S. (2007a) *Prehistoria de las Islas Baleares: Registro arqueológico y evolución social antes de la Edad del Hierro*. BAR Internacional Series 1690.
- GUERRERO, V., CALVO, M., GARCÍA, J., GORNÉS, S. (2007b) “Consolidación de un poblamiento estable: Primeras comunidades metalúrgicas” En (Ed. V. Guerrero, M. Calvo, J. García y S. Gornés) *Prehistoria de las Islas Baleares: Registro arqueológico y evolución social antes de la Edad del Hierro*. BAR Internacional Series 1690, pp. 103-184.
- HALLY, D. J. (1986) “The identification of vessel function: a case study from Northwest Georgia” *American Antiquity* 51 (2), pp. 267-295.
- HAMILAKIS, Y. (1999) "Food technologies/technologies of the body: The social context of wine and oil production and consumption in Bronze Age Crete." *World Archaeology* 31, pp. 38-54.

Bibliografía

- HAMILTON, S. (1977) "Excavations at Bishopstone", *Sussex Archaeological Collections* 115, pp. 83-118.
- HARRIS, M. (1980) *Vacas, cerdos, guerras y brujas*. Alianza.
- HARRIS, E. D. (1991) *Principios de estratigrafía arqueológica*. Crítica, Barcelona.
- HARRY, K., BUBEMYRE, T. (2002) "Some Comments about the Archaeological Recognition of Specialized Ceramic Production." *La Tinaja a newsletter of archaeological ceramics* 4 (1), pp. 6-11.
- HEIDKE, J., MIKSA, E. (2000) "Correspondence and discriminant analyses of sand and sand temper compositions, Tonto basin, Arizona." *Archaeometry*, 42 (2), pp. 273-299.
- HEIN, A., DAY, P. M., CAU, M. A., KILIKOGLU, V. (2004a) "Red clays from Central and Eastern Crete: geochemical and mineralogical properties in view of provenance studies on ancient ceramics". *Applied Clay Science* 24, pp. 245– 255.
- HEIN, A., DAY, P.M., QUINN, P.S., KILIKOGLU, V. (2004b) "The geochemical diversity of Neogene clay deposits and its implications for provenance studies of Minoan pottery." *Archaeometry* 46 (3), pp. 357-384.
- HEIN, A., MÜLLER, N., KILIKOGLU, V. (2009) "Great pots on fire: thermal properties of archaeological cooking ware." En (Ed. K. Biró, V. Szilágyi, A. Kreiter) *Vessels: inside and outside Proceedings of the 9th European Meeting on ancient ceramics*, Hungarian National Museum, pp. 15-19.
- HERAS MARTÍNEZ, C. M. (1994). "La cerámica de Integración de la casta nordecuatoriana: el caso esmeraldeño." *Revista Española de Antropología Americana* 24, pp. 113-138.
- HERNÁNDEZ M. A., VELASCO J. A., ROJAS F., LARA V. H., SALGADO M. A., TAMARIZ V. (2003) "Evaluación de mesoporos y caracterización de arcillas del estado de Puebla, México" *Rev. Int. Contam. Ambient.* 19 (4) pp. 183-190.
- HERNÁNDEZ, J. (1998) *Son Real. Necrópolis talayótica de la edad del Hierro. Estudio arqueológico y análisis social*. Arqueomediterránea 3. Barcelona.
- HERNÁNDEZ, J.; SANMMARTÍ, J.; MALGOSA, A.; ALESAN, A., (1998). "La necrópolis talaiòtica de S'Illot des Porros" *Pyrenae* 29, pp. 69-95.
- HERNÁNDEZ, J., ARAMBURU, J. (2005) "Murallas de la Edad del Hierro en la cultura Talayótica. El recinto fortificado del poblado de Ses Païses (Artà, Mallorca)". *Trabajos de Prehistoria* 62 (2), pp. 125-149.

- HERNÁNDEZ, M. A.; GARCÍA, E; SALVÀ, B.; FORNÉS, J. (2003) “L’àrea domèstica de la Unitat Estratigràfica 9 de la Naveta I dels Closos de can Gaià” en *II Jornades d’estudis Locals de Felanitx*, pág. 137-161.
- HERNANDO GONZALO, A. (1995) “La Etnoarqueología, hoy: una vía eficaz de aproximación al pasado” *Trabajos de Prehistoria*, 52 (2), pp. 15-30.
- HERNANDO GONZALO, A. (2005) “¿Por qué la Historia no ha valorado las actividades de mantenimiento?” En *Dones i activitats de manteniment en temps de canvi*. Treballs d’Arqueologia 11, pp. 115-133.
- HILL, D. (1984) “An analysis of voids in ceramics” *Man* 16 (1), pp. 1-28.
- HOARD, R., O'BRIEN, M., GHAZAVY-KHORASGANY, M., GOPALARATNAM, V. (1995) "A material-science approach to understanding limestone-tempered pottery from the Mid-Western United States." *Journal of Archaeological Science* 22, pp. 823-832.
- HODDER, I. (1982) *Symbols in action*. Cambridge University Press.
- HODDER, I. (1994) *Interpretación en arqueología: Corrientes actuales*. Crítica.
- HODDER, I., ORTON, C. (1990) *Análisis espacial en arqueología*. Crítica.
- HODGES, W. M. (1962) “Thin Sections of prehistoric pottery: an empirical study” *Bulletin of the Institute of Archaeology* 3, pp. 58-68, University of London.
- HODGSON, J. M. (1987) *Muestreo y descripción de suelos*. Reverte.
- HOWARD, H. (1982) “Clay and the archaeologist” En (Ed. I. Freestone, C. Johns y T. Potter) *Current research in ceramics: Thin-section studies*. British Museum Occasional Paper 32, pp. 145-158.
- HUGHES, E. A., BROWN, A., SMITH, G. R., MARSHALL, V. A., PANTOS, E. (2002) "A Web-Fronted Database of Diffraction Patterns of Archaeomaterials" En (Ed. V. Kilikoglou, A. Hein, Y. Maniatis) *Modern Trends in Scientific Studies of Ancient Ceramics*, BAR International Series 1011, pp. 45-50.
- HUSEIN MALKAWI, A., ALAWNEH, A. S., ABU-SAFAQAH, O. T. (1999) "Effects of organic matter on the physical and the physicochemical properties of an illitic soil" *Applied Clay Science* 14, pp. 257-278.

- IÑANEZ, J., BUXEDA, J. (2009) “Los talleres de fabricación de Mayólica de Obradors/Sant Anastasi y Remolins de la ciudad de Lleida (siglos XVI-XVII) a través de su caracterización arqueométrica” *VIII Congreso Ibérico de Arqueometría*.
- IPUS, J. J., MOJICA, J., PÉREZ G. A. (2005) “Caracterización de arcillas colombianas por espectroscopia Mössbauer y Difracción de Rayos-X” *Revista Colombiana de Física* 37 (1), pp. 187-190.
- ITGE, (1991) *Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000*, hoja 698/723(IV), 38-27/38-28 *Palma I. del Toro y Cap de Cala Figuera*. Instituto GeoMinero de España, Madrid.
- JANSSENS, K., VITTIGLIO, G., DERAEDT, I., AERTS, A., VEKEMANS, B., VINCZE, L., WEI, F., DERYCK, I., SCHALM, O., ADAMS, F., RINDBY, A., KNOCHER, A., SIMIONOVICI, A., SNIGIREV, A. (2000) "Use of Microscopic XRF for Non-destructive Analysis in Art and Archaeometry." *X-Ray Spectrometry* 29, pp. 73-91.
- JAVALOYAS, D., FORNÉS, J., SALVÁ, B. (2007) “Breve aproximación al conocimiento del yacimiento de Closos de Can Gaià” En (Ed. V. Guerrero, M. Calvo, J. García y S. Gornés) *Prehistoria de las Islas Baleares: Registro arqueológico y evolución social antes de la Edad del Hierro*. BAR Internacional Series 1690, pp. 352-360.
- JAVALOYAS, D., FORNÉS, J., SALVÁ, B. (2009) “Breu aproximació al coneixement del jaciment de Closos de Can Gaià (Portocolom)” En *I Trobada d'Arqueòlegs de les Illes Balears*, pp. 11-18.
- JENKINS, R., SNYDER, R. (1996) *X-ray Powder Diffractometry*, John Wiley & Sons, N.Y.
- JOHNSON, J., CLARK, J., MILLER-ANTONIO, S., ROBINS, D., SCHIFFER, M., SKIBO, J. (1988) “Effects of firing temperature on the fate of naturally occurring organic matter in clays”, *Journal of Archaeological Science* 15 (4), pp. 403-414.
- JONES, A. (2002) *Archaeological theory and scientific practice* Cambridge University Press, Cambridge.
- JONES, A. (2004) “Archaeometry and materiality: materials-based analysis in theory and practice” *Archaeometry* 46 (3), pp. 327–338.
- JORDAN, M. M., MONTERO, M. A., MESEGUER, S., SANFELIU, T. (2008) "Influence of firing temperature and mineralogical composition on bending strength and porosity of ceramic tile bodies." *Applied Clay Science*.

- JORGE, A., DAY, P., DIAS, M. (2009) "Technological choices at the onset of the Iberian Bronze Age: pottery from the Mondego Plateau, Portugal". En (Ed. K. Biró, V. Szilágyi, A. Kreiter) *Vessels: inside and outside Proceedings of the 9th European Meeting on ancient ceramics*, Hungarian National Museum, pp. 241-246.
- JUAN, G., PLANTALAMOR, L. (1997) *Memoria de excavacions a la naveta de cala Blanca. 1986-1993*. Treballs del Museu de Menorca. Maó.
- JUAN-TRESSERRAS, J., MATAMALA MELLIN, J. C. (2003) "Estudi de continguts de recipients ceràmics d'Alcaidús" En (Ed. L. Plantalamor y J. Marqués) *El sepulcre megalític d' Alcaidús*. Treballs del Museu de Menorca 26, pp. 277-279.
- JUNCOSA, E. (2005) *Propuesta de musealización del yacimiento arqueológico de Closos de can Gaià*, Quaderns ARCA, nº 17, Palma.
- JUNCOSA, E., FORNÉS, J., CALVO, M., GARCÍA, J. (2004) "Propuesta de cadena operativa de la producción cerámica prehistórica" *Pyrenae* 35 (1), pp. 75-92.
- KAMPEL, M., SABLATNIG, R. (2007) "Rule based system for archaeological pottery classification." *Source Pattern Recognition Letters* 28 (6), pp. 740-747.
- KARLIN, C. (1991) "Analyse d'un processus technique: le débitage laminaire des magdaleniens de Pincevent (Seine et Marne)", En (Ed. R. Mora, X. Terradas, A. Parpal y C. Plana) *Tecnología y cadenas operativas Líticas*, Treballs d'Arqueologia 1, pp. 125-161.
- KARLIN, C., BODU, P., PELEGRIN, J. (1988) "Processus techniques et chaînes opératoires: Comment les préhistoriens s'approprient un concept élaboré par les ethnologues." En (Ed. Balfet) *Des chaînes opératoires, pourquoi taire?* C.N.R.S., pp.101-117.
- KEESMAN, I., MORENO, A., KRONZ, A. (1992) "Investigaciones científicas de la metalurgia de El Malagón y Los Millares, en el sureste de España" *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada* 16-17, pp. 247-302.
- KELLOG, E. (2006) "Beyond taxonomy: prospects for understanding morphological diversity in the grasses (*poaceae*)" *Darwiniana* 44 (1), pp. 7-17.
- KERR, P. F. (1959) *Optical mineralogy* Mcgraw-hill Book Company, London.
- KEY, M., GASKIN, E. (2000) "Geoarchaeology of native american pottery from the prehistoric Davis site in Lancaster County, Virginia" *Quarterly Bulletin of the Archeological Society of Virginia* 55 (3), pp. 161-169.

- KIBAROGLU, M., SATIR, M., KASTL, G. (2009) "Petrographic and geochemical analysis on the provenance of the Middle Bronze and Late Bronze/Early Iron Age ceramics from Didi Gora and Udabno I, Eastern Georgia." *Journal of Archaeological Science* 36, pp. 2463-2474.
- KILIKOGLU, V., VEKINIS, G. (2002) "Failure prediction and Function determination of Archaeological pottery by Finite Element Analysis" *Journal of Archaeological Science* 29, pp. 1317-1325.
- KILMURRY, K. (1982) "The manufacture of Stamford ware: an application of thin-sectioning and neutron activation analysis" En (Ed. I. Freestone, C. Johns y T. Potter) *Current research in ceramics: Thin-section studies*. British Museum Occasional Paper 32, pp. 105- 111.
- KINGERY, W. D. (1984) "Interactions of ceramic technology with society" En *Pots and Potters: Current Approaches in Ceramic Archaeology* 24, pp. 171-178.
- KIRIATZI, E., GEORGAKOPOULOU, M., PENTEDEKA, A., GAUSS, W., KLEBINDER-GAUSS, G., ILIOPOULOS, Y. (2009) "From fabrics to recipes to landscapes: linking ancient and modern pottery production on the island of Aegina, Greece" *X European Meeting on Ancient Ceramics*, London.
- KOLB, C. (2008) "Archaeological ceramics" *Society for Archaeological Sciences Bulletin* 31 (3), pp- 17-25.
- KORIAKOVA, L. (2006) "Some approaches to Ceramic Study" *BAR International Series* 1553, pp. 11-17.
- KOVÁCS, T., SZAKMÁNY, T., BIRÓ, K., TÓTH, M. (2009) "Daub: between pottery and sediment" En (Ed. K. Biró, V. Szilágyi, A. Kreiter) *Vessels: inside and outside Proceedings of the 9th European Meeting on ancient ceramics*, Hungarian National Museum, pp. 179-186.
- KRAUSE, G. (1978) "Bericht über die fünfte Grabungskampagne in der Talayotsiedlung von S'Illot (San Lorenzo, Mallorca)". *Madriider Mitteilungen* 19, pp. 75-88.
- KREITER, A., BAJNÓCZI, B., SIPOS, P., SZAKMÁNY, G., TÓTH, M. (2007) "Archaeometric examination of Early and Middle Bronze Age ceramics from Százhalombatta-Földvár, Hungary" *Archeometriai Műhely* 2, pp. 33-47.
- KRUEGER, M. (2008) "Valor, prestigio e intercambio. Los métodos ante la teoría" *Herakleion* 1, pp. 7-19.

- LACASA, G., SANFELIU, T., GÓMEZ-GRAS, D., JORDÁN, M. M., MARTÍN, J. D. (2000) "Mineralogía de las arcillas terciarias de la Cuenca del Mijares." *Cadernos del Laboratorio Xeolóxico de Laxe, Coruña* 25, pp. 219-221.
- LANGER, M. R. (1993) "Epiphytic foraminifera" *Marine Micropaleontology* 20, pp. 235-265.
- LARREA, F., OLAETXEA, C., ORTEGA, L., TARRIÑO, A. (1999) "Cerámicas de la Edad del Hierro en Gipuzkoa: aportación de la petrografía acerca del área fuente de las arcillas" En (Ed. J. Capel) *Arqueometría y Arqueología*, Monográfica Arte y Arqueología. Universidad de Granada, pp. 159-171.
- LATOUR, B., P. LEMONNIER, P. (1994). *De la préhistoire aux missiles balistiques. L'intelligence sociale des techniques*. La Découverte, Paris.
- LAVAN, L. (2007) "Explaining technological change: innovation, stagnation, recession and replacement" En (Ed. L. Lavan, E. Zanini, A. Sarantis) *Technology in Transition A.D. 300-650*. Brill, pp. xv-xl.
- LAVIANO, R., MUNTONI, I. M. (2003) "Early and Middle Neolithic pottery production at "Pulo di Molfetta" (Apulia, Italy): Social, chronological and functional implications of raw materials variability." *Proceedings of the 6Th European Meeting of Ancient Ceramics*, pp. 163-173.
- LEACH, F., DAVIDSON, J., CLARIDGE, G., WARD, G., CRAIB, J., CLARK, G., LEACH, F., O'CONNOR, S. (2008) "The physical and mineralogical characteristics of pottery from Mochong, Rota, Mariana Islands." *Terra Australis* 29, pp. 435-452.
- LECRON, M. (1994) "Symbolism: The foundation of culture" En (Ed. T. Ingold) *The Companion Encyclopedia of Anthropology*, London, pp. 366-395.
- LEICA MICROSYSTEMS IMAGING SOLUTIONS (2001) Ed. Leica Microsystems Digital Imaging, Cambridge.
- LEMONNIER, P. (1976) "La description des chaînes opératoires: contribution a l'étude des systèmes techniques." *Techniques et culture* 1, pp. 100-151.
- LEMONNIER, P. (1986) "The study of material culture today: Towards an anthropology of technical systems" *Journal of Anthropological Research* 5, pp. 147-186.
- LEMONNIER, P. (1989) "Towards an anthropology of technology" *Man* 24, pp. 526-527.

Bibliografia

- LEMONNIER, P. (1991) "De la culture matérielle à la culture? Ethnologie des techniques et Préhistoire", En (Ed. C. Pérles) *25 Ans d'études technologiques en Préhistoire*. XI Rencontres Internationales d'Archeologie et d'Histoire d'Antibes, APDCA.
- LEMONNIER, P. (1992) *Elements for an anthropology of Technology*. Anthropological Papers, Museum of Anthropology, University of Michigan, 88.
- LEMONNIER, P. (1993) *Introduction to Technological choices: Transformation in Material Cultures since the Neolithic*. Routledge. London.
- LEMONNIER, P. (2004) "Mythiques chaînes opératoires", *Techniques et culture* 44.
- LEONARDI, G., PENELLO, G., LEVI, S. (1991) *Il disegno archeologico della ceramica e altri problema*. Edizioni di Torino.
- LEROI-GOURHAN, A. (1943) *L'Homme et la matière*, A. Michel, Paris.
- LEROI-GOURHAN, A. (1945) *Milieu et techniques*, A. Michel, Paris.
- LEROI-GOURHAN, A. (1964) *La geste et la Parole: Technique et Langage*, A. Michel, Paris.
- LEROI-GOURHAN, A. (1965) *La geste et la Parole: La mémoire et les Rythmes*. A. Michel, Paris.
- LEVI, S. T., SONNINO, M. (2003) "The Archaeological Project: a Tool for the Study of Provenance and Technology of Ancient Pottery." *Proceedings of the 6Th European Meeting of Ancient Ceramics*, pp. 197-208.
- LILIU, G. (1960) "Primi scavi del villaggio talaiotico di Ses Paises (Artà, Maiorca)" *Rivista dell'Instituto Nazionales d'Archeologia e Storia dell'Arte* 9, pp. 5-73.
- LINARES, J., HUERTAS, F., CAPEL, J. (1983) "La arcilla como material cerámico: características y comportamiento" *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada* 8, pp.479-490.
- LIVINGOOD, P., CORDELL, A. (2009) "Point/counter point: the accuracy and feasibility of digital image techniques in the analysis of ceramic thin sections." *Journal of Archaeological Science* 36, pp. 867–872.
- LIVINGSTONE-SMITH, A. (2000) "Processing clay for pottery in northern Cameroon: Social and technical requirements" *Archaeometry* 42, pp. 21-42.
- LIVINGSTONE-SMITH, A. (2007) *Chaîne Opératoire de la Poterie*. Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren.

- LLABRÉS RAMIS, J. (1977) *La cerámica popular en Mallorca: Aportación al estudio de la misma en los últimos cinco siglos*. Estudios Monográficos del Museo Arqueológico La Porciúncula, Mallorca.
- LLABRÉS RAMIS, J., VALLESPÍR SOLER, J. (1980) *Els nostres arts i oficis d'antany I*. Estudis Monogràfics del Museu de la Porciúncula.
- LLABRÉS RAMIS, J., VALLESPÍR SOLER (1983) *Els nostres arts i oficis d'antany: menestrals de la pedra*. Museu Arqueològic de la Porciúncula.
- LLANOS, A., VEGAS, J. (1974) *Ensayo de un método para el estudio y la clasificación tipológica de la cerámica*. Vitoria, Diputación Foral de Álava.
- LLERGO, Y., SERVERA, G., RIERA, S. (inédito) *Informe polínico del yacimiento arqueológico del Turó de les Abelles*.
- LLOMPART, G. (1960). "Mars Balaricus" *Boletín del Seminario de Arte y Arqueología de Valladolid* 26, 101-128.
- LONDON, G. (1981) "Dung tempered clay" *Field Archaeology* 8, pp. 189-195.
- LONGACRE, W. (1999) "Standardization and specialization: what's the link?" En (Ed. J. Skibo y G. Feinman) *Pottery and People*, The University of Utah Press, Salt Lake City, pp. 44-58.
- LÓPEZ, M. (2008) "Alteraciones de Superficies y Pastas de Cerámica Arqueológica. Un Caso de Estudio en Quebrada de Humahuaca, Jujuy, República Argentina" *Boletín del Laboratorio de Petrología y Conservación Cerámica*, Universidad de Catamarca, 1 (2), pp. 1-11.
- LOZANO, R., BERNAL, J. P. (2005) "Composición química, clasificación y caracterización de los minerales del grupo de las cloritas" *Boletín de Mineralogía* 16, pp. 1-20.
- LULL, V., MICÓ, R. (1999) "Análisis morfométrico y tecnológico de la cerámica funeraria de la Cova del Carritx" En (Ed. V. Lull, R. Micó, C. Rihuete y R. Risch) *La cova del Carritx i del Mussol: Ideologia i societat en la Prehistoria de Menorca*. Consell Insular de Menorca, pp. 581-624.
- LULL, V., MICÓ, R., RIHUETE, C., RISCH, R. (1999) *La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol. Ideologia y sociedad en la prehistoria de Menorca*. Consell Insular de Menorca.

Bibliografía

- LULL, V., MICÓ, R., RIHUETE, C., RISCH, R. (2001) *La prehistoria de las Islas Baleares y el yacimiento arqueológico de Son Fornés (Montuiri, Mallorca)*. Barcelona, Fundación Son Fornés.
- LULL, V., R. MICÓ, RIHUETE, C., RISCH, R. (2004) "Los cambios sociales en las islas Baleares a lo largo del II milenio." *Cypsela* 15, pp. 123-148.
- LULL, V., MICÓ, R., PALOMAR, B., RIHUETE, C., RISCH, R. (2008) *Cerámica Talayótica: La Producción alfarera mallorquina entre 900 y 550 ANE*. Bellaterra.
- LUMBRERAS, L. (1987) "Examen y clasificación de Cerámica" *Gaceta arqueológica* 13, pp. 3-5.
- MACGREGOR, G. (1999) "Making Sense of the past in the Present: A Sensory Analysis of Carved Stone Balls." *World Archaeology* 31 (2), pp. 258-271.
- MACKENZIE, W., GUILDFORD, C. (1980) *Atlas of rock forming minerals in thin section*. Long Man, London.
- MACKENZIE, W., ADAMS, A. (1994) *Rocks and minerals in thin section*. Manson Publishing, London.
- MACKINSTRY, H. (1965) "Thermal expansion of clay minerals." *The American Mineralogist* 50, pp. 212-222.
- MADRID FERNÁNDEZ, M., BUXEDA GARRIGÓS, J. (2005) "Estudio arqueométrico del taller de terra sigillata de Mont-roig del Camp (Baix Camp, Tarragona)." *VI Congreso Ibérico de Arqueometría*, pp. 59-70.
- MAGET, M. (1953) *Guide d'étude directe des comportements culturels*, París.
- MAHMOUDI, S., SRASRA, E., ZARGOUNI, B. (2008) "The use of Tunisian Barremian clay in the traditional ceramic industry: Optimization of ceramic properties" *Applied Clay Science*, 42 (1-2), pp. 125-129.
- MAINMAN, A. (1982) "Studies of Anglo-Saxon pottery from Canterbury" En (Ed. I. Freestone, C. Johns y T. Potter) *Current research in ceramics: Thin-section studies*. British Museum Occasional Paper 32, pp. 93-100.
- MANIATIS, Y. (2002) "Archaeometry in the third millennium: An integrated tool for the decoding, preservation and dissemination of the cultural heritage" En *Archaeometry in Europe in the Third Millenium*. Accademia Nazionale Dei Lincei, Roma, pp. 61-86.

- MANIATIS, Y. (2004) "Scientific techniques and methodologies for the provenance of white marbles". En *Physics Methods in Archaeometry*, Societa Italiana de Fisica, Bologna (Italy), pp. 179-202.
- MANIATIS, Y., FACORELLIS, Y., PILLALI, A., PAPANTHIMOU-PAPAEFTHIMIOU, A. (2002) "Firing temperature determinations of low fired clay structures" *BAR International Series 1011*, pp. 59-68.
- MANNONI, T. (2007) "The transmission of craft techniques according to the principles of material culture: Continuity and rupture" En (Ed. L. Lavan, E. Zanini, A. Sarantis) *Technology in Transition A.D. 300-650*, Brill, pp. xli-lx.
- MARÍ CASANOVA, J., ROSSELLÓ CALAFELL, G. (2005) "*Funditores*, la elite guerrera de la sociedad balear en la Antigüedad." En (Coord. M^a L. Sánchez León y M. Barceló) *L'antiguitat clàssica i la seva pervivència a les illes Balears: XXIII Jornades d'Estudis Històrics Locals*, Institut d'Estudis Baleàrics, Palma de Mallorca, pp. 187-200.
- MARIMON RIBAS, P. (2004) "Las *Insulae Baliares* en los circuitos de intercambio africano: la importación de alimentos (123 a.C.-707 d.C.)" *L'Africa romana* XV (2), pp. 1051-1076.
- MARITAN, L., MAZZOLI, C., MELIS, E. (2003) "A multidisciplinary approach to the characterization of roman gravestones from Aquileia (Udine, Italy)." *Archaeometry* 45 (3), pp. 363-374.
- MARITAN, L., MAZZOLI, C. (2004) "Phosphates in archaeological finds: implications for environmental conditions of burial." *Archaeometry* 46 (4), pp. 673-683.
- MARITAN, L., MAZZOLI, C., MICHELIN, V., MORANDI BONACOSSO, D., LUCIANI, M., MOLIN, G. (2005a) "The provenance and production technology of Bronze Age and Iron Age pottery from Tell Mishrifeh/Qatna (Syria)." *Archaeometry* 47 (4), pp. 723-744.
- MARITAN, L., MAZZOLI, C., NODARI, L., RUSSO, U. (2005b) "Second Iron Age grey pottery from Este (northeastern Italy): study of provenance and technology." *Applied Clay Science* 29, pp. 31-44.
- MARITAN, L., NODARI, L., MAZZOLI, C., MILANO, A., RUSSO, U. (2006) "Influence of firing conditions on ceramic products: Experimental study on clay rich in organic matter" *Applied Clay Science*, 31, pp. 1-15.

- MARITAN, L., MAZZOLI, C., FREESTONE, I. (2007) "Modelling changes in mollusc shell internal microstructure during firing: implications for temperature estimation in shell bearing pottery" *Archaeometry* 49 (3), pp. 529-541.
- MARTÍN, J.D. (2004) "Using X Powder: A software package for Powder X-Ray diffraction analysis". *www.xpowder.com D.L. GR 1001/04.ISBN 84-609-1497-6*. 105 p. Spain.
- MARTÍN-MARTÍN, J. D., SANFELIU, T., GÓMEZ-GRAS, D., DE LA FUENTE, C., JORDÁN, M. (2006) "Caracterización litológica y mineralógica de los materiales permo-triásicos de Castellón utilizados como materia prima cerámica: la arcilla de Moró." *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 45 (4), pp. 239-244.
- MARTÍN, A., MARTÍNEZ, N., IZAGUIRRE, M., RIERA, M., SANTOLARIA, J., SECO, M (2009) "Metodologia dels treballs de prospecció i de control arqueològic del dragatge de sa Bassa Nova (Portocolom)" *I Trobada d'Arqueòlegs de les Illes Balears*, Consell de Mallorca, pp. 121-129.
- MARTINEAU, R. (2001) "Methodology for the archaeological and experimental study of pottery forming techniques." *Proceedings of the 6th European Meeting on Ancient Ceramics*, pp. 209-215.
- MARTINEAU, R., WALTER-SIMMONET, GROBÉTI, B., BUATIER, M. (2007) "Clay Resources and Technical Choices for Neolithic Pottery (Chalain, Jura, France): Chemical, Mineralogical and Grain-size Analyses" *Archaeometry* 49 (1), pp. 23-52.
- MARTÍNEZ, D., GIL, O., BARÓN, A, (2006) "Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X" *Revista Colombiana de Física* 38 (2), pp. 790-793.
- MARTÍNEZ FERRERAS, V. (2008) *Estudi arqueomètric de la producció i difusió d'àmfores de la zona central i sud de la costa catalana durant els S. I aC - I dC*. Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona.
- MARTÍNEZ RAMOS, E. (1984) "Aspectos teóricos del análisis clúster y aplicación a la caracterización del electorado potencial de un partido" En (Ed. Sánchez Carrión) *Introducción a las técnicas de análisis multivariante aplicadas a las ciencias sociales*.
- MARTINÓN-TORRES, M. (2002) "Chaine Opératoire: the concept and its applications within the study of technology" *Gallaecia* 2, pp. 29-43.
- MARTINÓN-TORRES, M. (2003) "Química en arqueología y la arqueología de la química: el ensayo." *Gallaecia* 22, pp. 383-405.

- MASCARÓ PASSARIUS, J. (1962) "Molinos de mano prehistóricos" *Boletín de la Sociedad Arqueológica Luliana* 31, pp. 593-599.
- MASCARÓ PASSARIUS, J. (1967) *Corpus de toponimia de Mallorca*. Palma de Mallorca.
- MASCARÓ PASSARIUS, M. (1973) "Noticias para la carta arqueológica e inventario de monumental del término de Calvià". *Boletín de la Sociedad Arqueológica Luliana* 34. Palma de Mallorca.
- MATA, M. P., PEACOR, D. R., GALLART-MARTÍ, M. D. (2002) "Transmission electron microscopy (TEM) applied to ancient pottery." *Archaeometry* 44 (2), pp. 155-176.
- MATEU, G. (1970) "Estudio sistemático y bioecológico de los foraminíferos vivientes de los litorales de Cataluña y Baleares" *Trabajos del Instituto Español de Oceanografía* 38, pp. 1-84.
- MATSON, F. (1965) *Ceramic Ecology: An Approach to the Study of the Early Cultures of the Near East*. En (Ed. F. Matson) *Ceramics and Man*, pp. 202-217.
- MATSON, F. (1989) "Ceramics: The hub of ancient craft interplay", En (Ed. P. McGovern y M. Notis) *Cross-craft and cross-cultural interactions on ceramics: Ceramics and Civilization Vol. 4*, American Ceramic Society.
- MATTHEW, A. J., WOODS, A. J., OLIVER, C. (1991) "Spots before the eyes: new comparison of charts for visual percentage estimation in archaeological material" *British Museum Occasional Paper* 81, pp. 211-264.
- MAUSS, M. (1935) "Les techniques du corps", *Journal de Psychologie*, pp. 271-293.
- MAYA, J. L., CUESTA, F., LÓPEZ CACHERO, J. (1998) *Genó: Un poblado del Bronce Final en el Bajo Segre (Lleida)*. Publicaciones de la Universidad de Barcelona, Barcelona.
- MAYET, F. (1975) *Les céramiques a parois fines dans la peninsule Iberique*. París.
- MAYORAL, F. (1983) *Aproximación a la fase postalayótica mallorquina: la cerámica*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Barcelona.
- MCKINSTRY, H. (1965) "Thermal expansion of clay minerals." *The American Mineralogist* 50, pp. 212-222.

Bibliografía

- MERCADER, J., GARCÍA-HERAS, M., GONZALEZ-ALVAREZ, I. (2000) "Ceramic Tradition in the African Forest: Characterisation Analysis of Ancient and Modern Pottery from Ituri, D.R. Congo" *Journal of Archaeological Science* 27, pp. 163-182.
- MICO, R (2005) *Cronología absoluta y periodización de la Prehistoria de las Islas Baleares* BAR International Series 1373. Oxford.
- MIDDLETON, A., FREESTONE, I., LEESE, M. (1985) "Textural analysis of ceramic thin sections: evaluation of grain sampling procedures." *Archaeometry* 27, pp. 64-74.
- MIDDLETON, A. P., LEESE, M. N., COWELL, M. R. (1991) "Computer-assisted to the grouping of ceramics fabrics." *British Museum Occasional Paper* 81, pp. 265-275.
- MILÁ OTERO, M. S., BUXEDA GARRIGÓS, J., ALÍAS LINARES, A., ARANA CASTILLO, R. (2000) "Caracterización arqueométrica de cerámicas argáricas del yacimiento de Los Cipreses (Lorca)." *Cadernos del Laboratorio Xeológico de Laxe, Coruña* 25, pp. 399-402.
- MILAZZO, M. (2004) "Quantitative XRF analysis in archaeometry applications". En *Physics Methods in Archaeometry*, Societa Italiana de Fisica, Bologna (Italy), pp. 227-250.
- MILLER, D. (1985) *Artefacts as categories: a study of ceramic variability in Central India*. Cambridge Press. Cambridge.
- MILLER, D. (1994) "Artefacts and the meaning of things" En (Ed. T. Ingold) *The companion encyclopedia of anthropology*, London, pp. 396-419.
- MILLS, B. J. (1989) "Integrating functional analysis of vessels and shards through models of ceramic assemblage formation." *World Archaeology*, 21 (1), pp. 133-147.
- MIRTI, P., DAVIT, P. (2001) "Technological characterization of campanian pottery of type A, B and C of regional products from ancient Calabria (Southern Italy)." *Archaeometry* 43 (1), pp. 19-33.
- MOLERA, J., PRADELL, T., VENDRELL-SAZ, M. (1998) "The colors of Ca-rich ceramic pastes: origin and characterization." *Applied Clay Science* 13, pp. 187-202.
- MOMMSEN, H. (2004) "Short note: provenancing of pottery: The need for an integrated approach?" *Archaeometry* 46 (2), pp. 267-271.
- MONTERO, I., GARCÍA-HERAS, M., LÓPEZ-ROMERO, E. (2007) "Arqueometría: cambios y tendencias actuales" *Trabajos de Prehistoria* 64, pp. 23-40.

- MOORE, D. M., REYNOLDS, R. C. Jr. (1989) *X Ray Diffraction and the identification and analysis of clay minerals*, Oxford University Press.
- MORALES, R., TORRES, F., RENGIFO, L., IRALA, C. (1985) *Manual para la Construcción de Viviendas de Adobe*. Universidad Nacional de Ingeniería FIC. Lima.
- MORALES GÜETO, J. (2005) *Tecnología de los materiales cerámicos*. Consejería de Educación, Comunidad de Madrid.
- MOREIRO, M. (1993) *Foraminíferos bentónicos y los ambientes deposicionales en la Plataforma Balear*. Tesis doctoral, Universitat de Barcelona.
- MORRIS, E. L. (1982) "Iron Age pottery from Western Britain: Another petrological study" En (Ed. I. Freestone, C. Johns y T. Potter) *Current research in ceramics: Thin-section studies*. British Museum Occasional Paper 32, pp. 15-27.
- MÜLLER, N., KILIKOGLU, V., DAY, P., HEIN, A., VEKINIS, G. (2009) "The influence of temper on performance characteristics of cooking ware ceramics" En (Ed. K. Biró, V. Szilágyi, A. Kreiter) *Vessels: inside and outside Proceedings of the 9th European Meeting on ancient ceramics*, Hungarian National Museum, pp. 145-149.
- MUNTONI, M., ERAMO, G., LAVIANO, R. (2009) "Production of Mid-late Neolithic Serra d'Alto' ware in the bradanic trough (South Eastern Italy)" En (Ed. K. Biró, V. Szilágyi, A. Kreiter) *Vessels: inside and outside Proceedings of the 9th European Meeting on ancient ceramics*, Hungarian National Museum, pp. 53-62.
- MURAD, E., WAGNER, U. (1996) "The thermal behaviour of an Fe-Rich illite." *Clay Minerals* 31, pp. 45-52.
- MURRAY, M. (1932) *Cambridge excavations in Menorca: Trapucó*. London
- MURRAY, J. W. (2006) *Ecology and applications of benthic foraminifera*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- NÁJERA, T., MOLINA, F., SÁNCHEZ, M., ARANDA, G. (2006) "Un enterramiento infantil singular en el yacimiento de la Edad del Bronce de la Motilla del Azuer (Daimiel, Ciudad Real)" *Trabajos de Prehistoria* 63 (1), pp. 149-156.
- NAVARRETE, M^a S., CAPEL, J. (1977) "La Cueva del Agua de Prado Negro (Iznalloz, Granada)" *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada* 2, pp. 19-62.

Bibliografía

- NAVARRETE, M^a S., CAPEL, J. (1980) "Algunas consideraciones sobre la cerámica a la almagra del neolítico andaluz" *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada* 5, pp. 15-34.
- NAVARRO CHUECA, F.J. (2004). *Excavaciones arqueológicas en el yacimiento de Ses Talaies de n'Alzina*. LLibres del Patrimoni Històric i Cultural n° 2. Consell Insular de Menorca.
- NEFF, H. (2005) "Buscando las fábricas del Plomizo: Exploraciones geofísicas en el área de La Blanca, Costa Sur de Guatemala." En *XVIII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2004* (ed. J.P. Laporte, B. Arroyo y H. Mejía), Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, pp. 1015-1024.
- NEFF, H. (2009) "Pots as signals: explaining the enigma of long-distance ceramic exchange" *X European Meeting on Ancient Ceramics*, London.
- NEUPERT, M. A., (2000) "Clays of Contention: An Ethnoarchaeological Study of Factionalism and Clay Composition" *Journal of Archaeological Method and Theory* 7 (3).
- NESSE, W. (1991) *Introduction to optical mineralogy*, Oxford University Press, New York.
- NODARI, L., MARITAN, L., MAZZOLI, C., RUSSO, U. (2004) "Sandwich structures in the Etruscan-Padan type pottery." *Applied Clay Science* 27, pp. 119-128.
- NUÑEZ, R., CAPEL, J., REYES, E., (1989) "Hidrólisis de materiales cerámicos: estudio preliminar" *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía* 13 (1), pp. 43-45.
- NUÑEZ, R., CAPEL, J., REYES, E., (1991) "Hidrólisis de materiales cerámicos: estudio preliminar" *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía* 14, pp. 89-94.
- NUÑEZ, R., CAPEL, J., REYES, E., DELGADO, A. (2002) "Hidrolisis of ceramics materials: neoformation or rehidroxylation of clay minerals. Oxygen stable isotopes analysis" *Clay minerals* 37, pp. 345-349.
- ODRIOZOLA, C., HURTADO PÉREZ, V. (2005) "Tecnología y producción de decoraciones cerámicas campaniformes con relleno de hueso en la cuenca media del Guadiana." *VI Congreso Ibérico de Arqueometría*, pp. 71-79.
- ODRIOZOLA, C., HURTADO PÉREZ, V., DIAS, M., VALERA, C. (2009a) "Bell beaker production and consumption along the Guadiana River: an iberian perspective" En (Ed. K. Biró, V. Szilágyi, A. Kreiter) *Vessels: inside and outside Proceedings of the 9th European Meeting on ancient ceramics*, Hungarian National Museum, pp. 63-69.

- ODRIOZOLA, C., HURTADO PÉREZ, V. (2009) "The two sides of the Guadiana: inlaid pottery from the 3rd millennium BC alongside the Guadiana river (Spain and Portugal)" En (Ed. K. Biró, V. Szilágyi, A. Kreiter) *Vessels: inside and outside Proceedings of the 9th European Meeting on ancient ceramics*, Hungarian National Museum, pp. 119-122.
- ODRIOZOLA, C., GARCÍA SANJUÁN, L., DIAS, M., WHEATLEY, D. (2009b) "A preliminary approach from material science to copper age funerary pottery in Southern Iberia: the Palacio III (Sevilla, Spain) tholos tomb" En (Ed. K. Biró, V. Szilágyi, A. Kreiter) *Vessels: inside and outside Proceedings of the 9th European Meeting on ancient ceramics*, Hungarian National Museum, pp. 111-117.
- OLAETXEA, C. (2000) "La tecnología cerámica en la protohistoria vasca" *Munibe*, Suplemento nº 12.
- OLAETXEA, C., LARREA, F. J., ZULUAGA, M. C., ORTEGA, L. A. (2000) "Caracterización de cerámicas posthistóricas de Navarra elaboradas a mano. Petrografía y Geoquímica." *Cadernos del Laboratorio Xeolóxico de Laxe Coruña* 25, pp. 415-417.
- OLIVER, L. (2005) "Les datacions radiocarbòniques als Closos de can Gaià" *Mayurqa* 30, pp. 245-262.
- ORDINAS MARCÉ, G. (1991) "Els calciners i els forns de calç." En *Mallorca: Serra de Tramuntana*, Promomallorca, pp. 263.
- ORDINAS MARCÉ, G. (1995) *Els forns de calç a Santa Maria del Camí*. Ajuntament de Santa Maria del Camí.
- ORFILA, M. (1986) *La necrópolis de Sa Carrotja y la romanización del Sur de la isla de Mallorca*. Tesis doctoral, Universidad de las Islas Baleares.
- ORFILA, M., SINTES, G. (1984) "Estudio preliminar sobre la perduración del hábitat en los conjuntos talayóticos menorquines" *Mayurqa* 20, pp. 19-46.
- ORFILA, M., CARDELL, J., CAU, M. A., HERNÁNDEZ, M. J., MERINO, J., OLIVER, B., PROHENS, J. M., TORRES, X. (1996) "Nuevas perspectivas en torno a la romanización de la isla de Mallorca: el mundo rural", *Mayurqa* 23, pp. 9-30.
- ORTEGA, L. A., OLAETXEA, C., TARRIÑO, A. (2001) "Análisis mineralógico y geoquímico de cerámicas de la Protohistoria de Navarra." *Isturitz* 11, pp. 73-91.
- ORTEGA, L. A., ZULUAGA, M. C., ALONSO, A., OLAETXEA, C. (2005) "El estudio arqueométrico de las producciones cerámicas." *Munibe* 57, pp. 365-388.

Bibliografia

- ORTON, C. (1988) *Matemáticas para arqueólogos*. Alianza.
- ORTON, C., TYERS, P., VINCE, A. (1993) *La cerámica en arqueología*. Crítica.
- OSBORNE, R. (2007) "What Travelled with Greek Pottery?" *Mediterranean Historical Review* 22 (1), pp. 85-95.
- OTS, M. J. (2008) "Aportes del Análisis Petrográfico de Cortes Delgados para la Caracterización y Clasificación del Estilo Cerámico Viluco Inka." *Boletín del Laboratorio de Petrología y Conservación Cerámica* 1 (2), pp. 12-21.
- PADIAL ROBLES, B. (1999) *La producción alfarera pre y protohistórica del asentamiento de Ronda la Vieja (Málaga): Aspectos técnicos y sociales*. Tesis doctoral inédita, Universidad de Granada, Departamento de Prehistoria y Arqueología.
- PADIAL B., GARRIDO, O., BARAHONA, E., AGUAYO, P. (1998) "Estudio preliminar de los depósitos de arcilla utilizados para la elaboración de cerámicas arqueológicas en la depresión natural de Ronda." En (Ed. T. Orozco, J. Bernabeu, X. Terradas) *Los recursos abióticos en la prehistoria: caracterización, aprovisionamiento e intercambio*, pp. 173-188.
- PADIAL, B., AGUAYO, P., MORENO, F. (2008) "Arqueología y experimentación: aspectos tecnológicos de la producción alfarera prehistórica de la Serranía de Ronda" *II Congreso Internacional de Arqueología Experimental*, pp. 99-100.
- PADILLA ALVAREZ, R., VAN ESPEN, P., PLÁ, R., MONTOYA ROSSI, E., ARRAZCAETA DELGADO, R., GODO TORRES, P., CELAYA GONZALEZ, M. (2003) "Compositional Classification of Archaeological Pottery Based on INAA and SEM-EDX." *Journal of Trace and Microprobe techniques* 21 (4), pp. 677-695.
- PALAMARCZUK, V. (2004) "Cocción experimental de cerámica con estiércol de llama" *Intersecciones en Antropología* 5, pp. 119-127.
- PALLECCHI, P. (1997) "Analisi dei materiali" SARTI, pp. 325-331.
- PALOMAR, B. (2005) *La cerámica postalayótica de Mallorca: Significació econòmica i social dels canvis en el procés productiu entre el 450-250 Cal. ANE. El cas de Montuiri*. Tesis doctoral de la Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.
- PALOMAR, B. (2009) "La cerámica postalaiòtica del poblat de Son Fornés (Montuiri): documentació i anàlisi dels canvis en la producció de terrissa entre 450-250 a. de la n. e." *I Trobada d'Arqueòlegs de les Illes Balears*, Consell de Mallorca, pp. 99-110.

- PAPADOPOULOU, D., LALIA-KANTOURI, M., KANTIRANIS, N., STRATIS, J. (2006) "Thermal and mineralogical contribution to the ancient ceramics and natural clays characterization" *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 84 (1), pp. 39-45.
- PAUKETAT, T. (2001) "Practice and history in archaeology" *Anthropological Theory* 1 (1), pp. 73-98.
- PEACOCK, D. P. (1969) "Neolithic Pottery Production in Cornwall." *Antiquity* 43, pp. 145-149.
- PELEGRÍN, J. (1990) "Prehistoric lithic technology: some aspects of research". *Archeological Review from Cambridge* 9 (1), pp. .
- PELEGRIN, J., KARLIN, C., BODU, P. (1988) "'Chaînes opératoires" un outil pour le préhistorien". *Technologie préhistorique. Notes et Monographies Techniques* 25, Editions du CNRS. Paris, pp. 55-62.
- PELL, B. (1962) "Época Prehistórica de Calviá y su término". *Calvia y su término municipal*, Palma.
- PÉREZ, V., FERRI, J., PÉREZ, J., LÓPEZ, J., RODRÍGUEZ, L., JIMÉNEZ, A., GARCÍA AZNAR, J. (2000) "Fábricas de tierra en la provincia de Alicante". *Actas del Tercer Congreso Nacional de Historia de la Construcción*, SEDHC, U. Sevilla, Junta Andalucía, COAAT Granada, CEHOPU.
- PÉREZ OBIOL, R. YLL, E., PANTALEÓN-CANO, J., ROURE, J. M. (2000) "Evaluación de los impactos antrópicos y los cambios climáticos en el paisaje vegetal de las Islas Baleares durante los últimos 8000 años". En (Ed. V. Guerrero y S. Gornés) *Colonización humana en ambientes insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural*. Universidad de les Illes Balears, Palma de Mallorca, pp. 75-98.
- PETERSON, S. (2009) *Thin-section petrography of ceramic materials*, Instap Academic Press.
- PFAFFENBERGER, P. (1992) "Social Anthropology of technology." *Annual Review of Anthropology* 21, pp. 491-516.
- PICAZO, J. V. (1993) *La Edad del Bronce en el sur del Sistema Ibérico Turolense, I: los materiales cerámicos*. Monografías Arqueológicas del Seminario de Arqueología y Etnología Turolense.

Bibliografia

- PICORNELL, L., SERVERA, G., CALVO, M., RIERA, S., ALLUÉ, E. (2009a) "The study of prehistoric sacred sites and sacred plants: A case study of the Son Ferrer funerary mound (Majorca, Balearic Islands)". En (Ed. G. Pungetti, G. Oviedo y D. Hooke) *Sacred species and sites: Guardians of biocultural diversity*. Cambridge, Cambridge University Press.
- PICORNELL, L., SERVERA, G., RIERA, S., ALLUÉ, E. (2009b) "Archaeobotanical research in the prehistoric balearic islands: landscape changes and cultural patterns of plant uses." En (Ed. F. Damdron) *International Meeting of Anthracology*. BAR International Series.
- PIJOAN, J., BARCELÓ, J. A., BRIZ, I., VILA, A. (1999) "Image quantification in use-wear analysis". *Computer Applications in Archaeology '99*.
- PIJOAN LÓPEZ, J., BARCELÓ ÁLVAREZ, J. A., CLEMENTE CONTE, I., VILA I MITJÀ, A. (2002). "Variabilidad estadística en imágenes digitalizadas de rastros de uso: resultados preliminares." *BAR International Series* 1073, pp. 55-64.
- PIÑA HOMS, R. (1997) "La diosa tutelar del matriarcado." En *Etnología y tradiciones en las Illes Balears*, El Día del Mundo, pp. 65-84.
- PLANTALAMOR, L. (1991) *L'arquitectura prehistòrica i protohistòrica de Menorca i el seu marc cultural*. Treballs del Museu de Menorca 12.
- PLANTALAMOR, L. (1997) "Prehistoria de las islas Baleares." *Espacio Tiempo y Forma* 10, pp. 325-389.
- PLANTALAMOR, L. (2005) "Algunes formatgeries del talaiòtic final al Museu de Menorca." *Mayurqa* 30, pp. 453-464.
- PLANTALAMOR, L., ROSELLÓ, G. (1975) "Influencia de las cerámicas clásicas en el mundo indígena mallorquín" *Crónica del XIII Congreso Arqueológico Nacional*, pp. 825-828.
- PLANTALAMOR, L., RITA, M^a (1984) "Formas de población durante el segundo y primero milenio BC en Menorca: Son Mercer de Baix, transición entre la cultura Pretalayótica y Talayótica" En (Ed. W. Waldrem, R. Chapman, J. Lethwaite y R. Kennard) *Early Settlement in the Western Mediterranean Islands and their Peripheral Areas*, BAR International Series 229 (iii), pp. 797-826.
- PLANTALAMOR, L., RITA, M^a. (1986) "Influencia colonial en la cerámica indígena del Talayótico Final en Menorca". En (Ed. G. del Olmo) *Los fenicios en la Península Ibérica*. AUSA, pp. 377-385.

- PLANTALAMOR MASSANET, L., RITA, C. (1995). "Arqueología Prehistòrica i Protohistòrica", *Enciclopedia de Menorca VIII Arqueologia*, Obra Cultural de Menorca, Maó, 1995, pp. 1-193.
- PLANTALAMOR, L., TANDA, G., TORE, G., BALDACCINI, P., DEL VAIS, C., DEPALMAS, A., MARRAS, G., MAMELI, P., MULÉ, P., OGGIANO, G., SPANO M. (1999) "Cap de Forma (Minorca): la navigazione nel Mediterraneo occidentale dall'età del Bronzo all'età del ferro. Nota Preliminare". En (Ed. G. Tanda) *Archeologia delle isole del Mediterraneo Occidentale*. Antichità Sarde. Studi e Ricerche 5. Sassari.
- POLLARD, M., HERON, C. (1996) *Archaeological Chemistry*. The Royal Society of Chemistry, RSC Paperbacks.
- POLLARD, M., BATT, C., STERN, B., YOUNG, S. (2007) *Analytical chemistry in archaeology*. Cambridge Manuals in Archaeology.
- POLVORINOS, A., (2001) "Contribución de la granulometría del desgrasante a la clasificación de texturas cerámicas arqueológicas" En (Ed. B. Gómez, M. A. Respaldiza y M^a L. Pardo) *III Congreso Nacional de Arqueometría*, Universidad de Sevilla, pp. 349-358.
- POLVORINOS, A., HURTADO, V., GÓMEZ, A. (2001a) "Análisis arqueométrico del yacimiento del Trastejón" En (Ed. B. Gómez, M. A. Respaldiza y M^a L. Pardo) *III Congreso Nacional de Arqueometría*, Universidad de Sevilla, pp. 215-226.
- POLVORINOS, A., HURTADO, V., HERNANDEZ, M.J., ALMARZA, J. (2001b) "Arqueometria de cerámicas de la tumba 3 del yacimiento calcolítico de La Pijotilla (Badajoz)." *IV Congreso Nacional de Arqueometria*.
- POLVORINOS DEL RIO, A. J., FLORES, V., TABALES, M. A., HERNÁNDEZ, M. J. (2003) "Caracterización y tecnología de materiales cerámicos romanos de los ss. I a III D.C procedentes del Hospital de las Cinco Llagas de Sevilla." *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* 42 (2), pp. 93-99.
- POLVORINOS DEL RÍO, A., GARCÍA SANJUÁN, L., HURTADO PÉREZ, V., HERNÁNDEZ ARNEDO, M. J. (2005) "Bronze Age Ceramics in Southwest Spain: An Exploratory Archaeometric Study of Technology and Function." *Geoarchaeology* 20 (3), pp. 263–284.
- POMAR, L., ESTEBAN, M., CALVET, F., BARÓN, A. (1983) "La unidad arrecifal del Mioceno Superior de Mallorca" En *El Terciario de las Baleares. Guía de las Excursiones del X Congreso Nacional de Sedimentología* pp. 139-175.

Bibliografia

- PONS I HOMAR, G. (1985) *Estudi de les ceràmiques indígenes del període talaiòtic final*. Memoria de Licenciatura, Universitat de les Illes Balears.
- PONS I HOMAR, G. (1991) *Les ceràmiques d'imitació al talaiòtic final*. Cuaderns de Ca na Cristiana, 10. Govern Balear.
- PONS I HOMAR, G. (1996) *Análisis espacial del poblamiento en el Pretalaiótico Final y Talaiótico i de Mallorca (ss. XIX-VIII A.C.)*. Tesis doctoral Universidad de Barcelona, Departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología.
- PONS I HOMAR, G. (1999) *Anàlisi espacial del poblament al Pretalaiòtic final i Talaiòtic I de Mallorca (ss. XIX- VII A. C.)*. Col·lecció *La Deixa*, 2. Monografies de Patrimoni Històric. Consell de Mallorca.
- POOL, C. (2000) "Why a kiln? Firing technology in the Sierra de los Tuxtlas, Veracruz (Mexico)" *Archaeometry* 42 (1), pp. 61-76.
- POTTER, P., MAYNARD, J., DEPETRIS, P. (2005) *Mud and mudstones: introduction and overview*, Springer.
- PRIETO, M. P. (1999) "Caracterización del estilo cerámico de la Edad del Bronce en Galicia: Cerámica campaniforme y cerámica no decorada." *Complutum* 10, pp. 71-90.
- PRIETO, M^a P. (2006) "Technological Chain and Visibility: Ceramic Styles and Social Changes in Late Prehistory in the North-West Iberian Peninsula" *BAR International Series 1553*, pp. 19-27.
- QUINN, P. S. (1999) "A note on the behaviour of nannofossils during the firing of ceramics" *Journal of Nannoplankton Research* 21, pp. 2-31.
- QUINN, P. S. (2008) "The occurrence and research potential of microfossils in inorganic archaeological materials", *Geoarchaeology* 23, pp. 275-291.
- QUINN, P. S., DAY, P. M. (2007a) "Calcareous microfossils in Bronze Age Aegean ceramics: Illuminating technology and provenance" *Archaeometry* 49 (4), pp. 775-793.
- QUINN, P. S., DAY, P. M. (2007b) "Ceramic Micropalaeontology: The Analysis of Microfossils in Ancient Ceramics". *Journal of Micropalaeontology* 26, pp. 159-168.
- QUINTANA, C. (1999) "El jaciment protohistòric del Puig de Sa Morisca: Consideracions preliminars" *Mayurqa* 25 pp. 141-153.

- QUINTANA, C. (2000) *La ceràmica superficial d'importació del Puig de Sa Morisca*. Valldargent, Ajuntament de Calvià, Mallorca.
- QUINTANA, C. (2006) "Comerç en el mon talaiòtic: el conjunt amfòric del poblat de Ses. Païsses (Artà, Mallorca)", *Pyrenae* 37 (2), pp. 47-69.
- QUINTANA, C.; GUERRERO, V. (2004) "Las ánforas del Puig de sa Morisca (Mallorca) Los contextos del siglo IV a.C." En (Ed. J. Sanmartí, D. Ugolini, J. Ramón y D. Asensio) *La circulació d'Àmfors al Mediterrani Occidental durant la Protohistòria (segles VIII-III aC): Aspectes quantitativus i anàlisi de continguts*. *Arqueomediterrànea* 8, 253-259.
- RAFFERTY, J., GALATY, M. (2002) "Point-Counting, Petrography, and Context: Analysis of Ceramics from a Middle Woodland Site in Eastern Mississippi." *La Tinaja* 14 (1), pp. 2-6.
- RAMÓN FERNÁNDEZ, N. (2006) *La ceràmica del Neolític Antigu en Aragó*. Cesar Augusta 77. Institución Fernando el Católico.
- RAMON, J., DÍAZ, F. (1978) "Las jarras ebusitanas de la forma 69. Una pieza con inscripción pintada en tinta y caracteres cursivos tardo-púnicos recuperada en un hipogeo del límite meridional de la necrópolis de Puig dels Molins de Ibiza" *Anuario de Filología* 4.
- RAMÓN TORRES, J. (1983) "Puntas de flecha de bronce feniciopúnicas halladas en Ibiza: algunos materiales inéditos". *Homenaje al Profesor M. Almagro Basch* II, pp. 309-323.
- RAMÓN TORRES, J. (1991) *Las ánforas púnicas de Ibiza*. Conselleria de Cultura, Educació i Esports. Govern Balear. Tabajos del Museo Arqueológico de Ibiza 23, Ibiza.
- RAMÓN TORRES, J. (1995) *Las Ánforas fenicio-púnicas del Mediterráneo central y occidental*. Col.lecció Instrumenta 2, Universitat de Barcelona.
- RAMÓN TORRES, J. (1996) "Las relaciones de Eivissa en época fenicia con las comunidades del Bronce Final y Hierro Antigu de Cataluña", En (Ed. J. Rovira) *Models d'ocupació, transformació i explotació del territori entre el 1600 i el 500 A.N.E. a la Catalunya meridional i zones limítrofes de la depressió de l'Ebre*, Taules Redones d'Arqueologia, Gala 3-5 (1994-1996), pp. 399-422.
- RAMÓN TORRES, J. (2008) "El comercio púnico en occidente en época tardo-republicana (siglos –II/-I). Una perspectiva actual de productos envasados en ánforas" En (Ed. J. Uroz et al.): *Iberia e Italia: Modelos romanos de integración territorial*. IV Congreso Histórico-Arqueológico Hispano-Italiano, pp. 67-100.

Bibliografia

- RAMON TORRES, J. (2006b) "Les àmfors altimperials d'Ebusus" *Monografies del Museu d'Arqueologia de Catalunya* 8, pp. 241-270.
- RAMOS SÁINZ, M. L. (2002) "Historia de la técnica cerámica: ensayo experimental de su manufactura", En (Ed. J. Torres) *Historica et philologica*. Universidad de Cantabria, pp. 255-281.
- RASMUSSEN, L., BREDWA-MENSAH, Y., BORGGAARD, O., KOCH, C., BREUNING-MADSEN, H. (2009) "Provenance of pottery determined by soil physicochemical and chemometric methods: A case study from Frederiksgave, Ghana." *Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography* 109 (1), pp. 69-79.
- REEDY, C. (2008) "New digital image approaches to thin-section petrography of cultural materials" *Archaeomaterials: Meeting on Petrography of Archaeological Materials*. Sheffield (UK), 15-17 February 2008.
- REID, N. (2001) "Lessons from the Kiln: Reduction Firing in Cypriot Iron Age Pottery." *Near Eastern Archaeology* 64 (3), pp. 133-139.
- RICCARDI, M. P., MESSIGA, B., DUMINUCO, P. (1999) "An approach to the dynamics of clay firing" *Applied Clay Science* 15, pp. 393-409.
- RICE, P. M. (1984a) "Change and conservatism in pottery-producing systems" *The Many Dimensions of Pottery*, pp. 231-293.
- RICE, P. M. (1984b) "The archaeological study of specialized pottery production: Some aspects of method and theory" *Pots and Potters: Current Approaches in Ceramic Archaeology*, Monograph XXIV, pp. 45-54.
- RICE, P. M. (1987) *Pottery analysis: A Sourcebook*, The University of Chicago Press.
- RIEDERER, J. (2004) "Thin section microscopy applied to the Study of Archaeological ceramics", *Hyperfine Interactions* 154, pp. 143-158.
- RIERA, S., MIRAS, Y., SERVERA, G. (2008) "Anàlisi pol.líniques a la Cova des Pas: l'ús de plantes en les pràctiques funeràries." *UNICUM*, Revista de l'Escola Superior de Conservació i Restauració de Béns Culturals de Catalunya, Barcelona.
- RIERA CODINA, M. (1980) "La ceràmica a ma d'Ullastret" *Cypsela* 3, pp. 117-126.
- RIERA RULLAN, M. (2003) "Menorca en tiempos de la dominación romana" *Mayurqa* 29, pp. 129-144.

- RIHUETE HERRADA, C. (2000) *Dimensiones bioarqueológicas de los contextos funerarios: estudio de los restos humanos de la necrópolis de la cova des Càrritx (Ciutadella, Menorca)*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona.
- RILEY, J. A. (1982) "The petrological analysis of Aegean ceramics" En (Ed. I. Freestone, C. Johns y T. Potter) *Current research in ceramics: Thin-section studies*. British Museum Occasional Paper 32, pp. 1-7.
- RISCH, R., GÓMEZ-GRAS, D. (2003) "La producción alfarera en época talayótica. Estudio petrográfico y paleotecnológico de los materiales de Son Ferragut (Sineu, Mallorca)" En (Ed. P. Castro, T. Escoriza y M. E. Sanahuja) *Mujeres y hombres en espacios domésticos: trabajo y vida social en la Prehistoria de Mallorca (c. 700-500 cal ANE)*, BAR internacional Series, pp. 190-216.
- RISQUEZ, C., HORNOS, FCO. (1999) "Una propuesta de análisis integrado para conjuntos cerámicos" En (Ed. J. Capel) *Arqueometría y Arqueología*, Monográfica Arte y Arqueología. Universidad de Granada, pp. 41-48.
- RODAS, J. P. (2004) "Sistematizando la clasificación de la cerámica: Una propuesta." En (ed. J. P. Laporte, B. Arroyo, H. Escobedo y H. Mejía) *XVII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala 2003*, pp. 318-322.
- RODRÍGUEZ ALCALDE, A. (1995) "Aproximación estadística al paisaje humano en la prehistoria de Mallorca" *Complutum* 6, pp. 167-192.
- RODRÍGUEZ PEREA, A., RAMOS, E., POMAR, L., PANIELLO, X., OBRADOR, A., MARTÍ, J. (1987) "El Triásico de las Baleares" *Cuadernos Geología Ibérica* 11, pp. 295-324.
- RODRÍGUEZ PEREA, A., GELABERT, B., MARTÍN, A., SERVERA, J. (1997) *Anàlisi del Medi Físic del Terme Municipal de Calvià: Litología, vulnerabilitat dels Aqüífers, Riscos i Inundabilitat*. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears.
- RODRÍGUEZ PEREA, M. A., GELABERT, B. (1998) "Geología de Mallorca" En (Ed. J. Fornós) *Aspectes geològics de les Balears: Mallorca, Menorca i Cabrera*, Universitat de les Illes Balears, pp. 11-38.
- RODRÍGUEZ, M. A., SAROZA, B. (2006) "Identificación de la composición óptima del adobe como material de construcción de una escuela en Cuba" *Materiales de Construcción* 56, pp. 53-62.

Bibliografía

- ROSENDHAL, D., ULM, S., WEISLER, M. I., (2007) "Using foraminifera to distinguish between natural and cultural shell deposits in coastal eastern Australia" *Journal of Archaeological Science* 34, pp. 1584-1593.
- ROSENHOLTZ, J. L., SMITH, D. T. (1949) "Linear thermal expansion of calcite, var. Iceland spar, and Yule marble" *American Mineralogist* 34, pp. 846-854.
- ROSSELLÓ BORDOY, G. (1962). *Excavaciones en la Necrópolis de cuevas artificiales de Son Sunyer (Palma de Mallorca)*. Excavaciones. Arqueológicas en España 14. Madrid.
- ROSSELLÓ BORDOY, G. (1963) "Nueva necrópolis en Ses Salines (Mallorca)" *Noticiario Arqueológico Hispánico* 7, pp. 184-187.
- ROSSELLÓ BORDOY, G. (1963) *El Tumulo escalonado de Son Oms (Palma de Mallorca)*. Universidad de Barcelona, Instituto de Arqueología, Publicaciones Eventuales, 6.
- ROSSELLÓ BORDOY, G. (1965) *Excavaciones en el conjunto talayótico de Son Oms: Palma de Mallorca*. Servicio Nacional de Excavaciones Arqueológicas, 35.
- ROSSELLÓ BORDOY, G. (1973) *La cultura talayótica en Mallorca*. Cort. Palma de Mallorca.
- ROSSELLO BORDOY, G (1983) *El poblado prehistórico de Hospitalet Vell (Manacor)*. Palma.
- ROSSELLÓ BORDOY, G. (1993) "El hogar parrilla en las navetas mallorquinas" *Ampurias* 48-50, pp. 260-267.
- ROSSELLÓ BORDOY, G., CAMPS, J. (1972) "Excavaciones en el complejo Noroeste de "Es Figueral de Son Real" (Sta. Margarita, Mallorca)". *Noticiario Arqueológico Hispánico*. Prehistoria I, pp. 111-176.
- ROSSELLÓ BORDOY, G., CAMPS, J. (1973) "Las excavaciones de "Son Oms" (Mallorca) 1969-1971", *Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología* (Jaén 1971), Zaragoza, pp. 301-306.
- ROSSELLÓ BORDOY, G., GUERRERO, V. (1983) "La necrópolis infantil de Cas Santamarier (Son Oms, Palma de Mallorca)" *Noticiario Arqueológico Hispánico* 15, pp. 407-448.
- ROSSELLÓ BORDOY, G., PLANTALAMOR MASSANET, L., MURILLO TUDURÍ, J. (1994). "Cala de Sant Vicenç: Una necrópolis de cuevas artificiales de tipo mediterráneo en Mallorca." *Boletín de la Sociedad Arqueológica Luliana* 50, pp. 3-56.

- ROSSELLÓ I VERGER, V., CUERDA BARCELÓ, J. (1973) "Notas sobre el Plioceno y Cuaternario del Banc d'Eivissa (Mallorca)" *Cuadernos de Geografía* 13, pp. 4-13.
- ROUSE, I. (1960) "The Classification of Artifacts in Archaeology" *American Antiquity* 25 (3), pp. 313-323.
- ROUX, V. (1994): "La technique du tournage: définition et reconnaissance per les macrotraces". *XVe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Historie d'Antibes. Terre Cuite et Société. La céramique, document, technique, économique, culturel*, pp. 45-58.
- ROUX, V. (2003) "A Dynamic Systems Framework for Studying Technological Change: Application to the Emergence of the Potter's Wheel in the Southern Levant" *Journal of Archaeological Method and Theory* 10 (1), pp. 1-30.
- ROUX, V., COURTY, M. A. (1999) "Systemic approach to technological phenomena: A ceramic example in southern Levant (3700-3500 BC)" *World Archaeological Congress 4: Technological Choice in Ceramic Production*, University Of Cape Town.
- RUIZ CABRERO, L. A. (2002) "Epigrafía púnicoebusitana del asentamiento talayótico de la Morisca (Calvià, Mallorca)." *Mayurqa* 28, pp. 185-193.
- RUSSELL, A. D. (1982) "Domestic Early Saxon pottery from East Anglia: an interim Report" En (Ed. I. Freestone, C. Johns y T. Potter) *Current research in ceramics: Thin-section studies*. British Museum Occasional Paper 32, pp. 101-104.
- RUSSELL, M. J., WILLIAMS, D. F. (1999) "Petrological examination and comparison of Beaker pottery from Bos Swallet and Gorse Bigbury" *Proceedings of the Bristol Speleological Society* 21 (2), pp. 133-140.
- RYE, O. S. (1981) *Pottery Technology: Principles and Reconstruction*, Taraxacum, Washington D. C.
- SAID, E. (1993). *Culture and Imperialism*. Knopf.
- SALAS BRUGUERA, M. (1997) "Análisis espacial, un estudio de encuentro cultural: el caso de la zona NE de Mallorca" *Cuadernos de Arqueología Mediterránea* 3, pp. 69-82.
- SALAS BRUGUERA, M. (1999) "Intent d'estudi del culte, la religiositat i el paisatge ritual de la prehistòria mallorquina" *Mayurqa* 25, pp. 83-93.
- SALVÁ, B. (1999) "¿Pueblos del Mar en la cultura Talayótica? Un estado de la cuestión." *Gerión* 17, pp. 79-104.

Bibliografia

- SALVÀ, B. (2001) *El Pretalaiòtic al llevant mallorquí (1700- 1100 A. C.): anàlisi territorial*. Ajuntament de Felanitx.
- SALVÀ, B., QUINTANA, C., CALVO, M., FORNÉS, J., GARCÍA, J., JUNCOSA, E., GUERRERO, V. (2001) “Frequències esporàdiques de la naveta "I" dels closos de Can Gaià” *I Jornades d’Estudis Locals de Felanitx*, pp. 187-200.
- SALVÀ, B., CALVO, M., GUERRERO, V. (2002) “La edad del bronce balear (1700,1000/900 BC): Desarrollo de la complejidad social” *Complutum* 13, pp. 193-219.
- SALVÀ, B., HERNÁNDEZ, J. (2009) “Los espacios domésticos en las Islas Baleares durante las Edades del Bronce y del Hierro. De la sociedad Naviforme a la Talayótica” *ArqueoMediterrània* 11, pp. 299-321.
- SALVATIERRA CUENCA, V., CASTILLO ARMENTEROS, J. C. (1999) “Sistematizaciones y tipologías: Veinte años de investigación” *Arqueología y Territorio Medieval* 6, pp. 29-44.
- SÁNCHEZ, M., ARANDA, G. (2005) “El cambio en las actividades de mantenimiento durante la Edad del Bronce: nuevas formas de preparación, presentación y consumo de alimentos” En *Dones i activitats de manteniment en temps de canvi*. Treballs d’ Arqueologia 11, pp. 73-90.
- SÁNCHEZ GARCÍA, A. (1999) "Las técnicas constructivas con tierra en la arqueología prerromana del País valenciano." *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castrense* 20, pp. 161-188.
- SAUER, R., GASSNER, V. (2009) “Thin section and heavy mineral analysis of Western Greek amphorae samples” En (Ed. X. Nieto y M. Santos) *El vaixell grec arcaic de Cala San Vicenç*, Monografies del CASC 7, pp. 355-373.
- SCATTOLIN, M. C., BUGLIANI, M. F. (2005) “Un repertorio surtido: las vasijas del oasis de Laguna Blanca, Puna argentina” *Revista Española de Antropología Americana* 35, pp. 51-74.
- SCHIFFER, M. B. (1988) “The Structure of Archaeological Theory” *American Antiquity* 53, pp. 461-485.
- SCHIFFER, M. B. (1990) “The influence of surface treatment on heating effectiveness of ceramic vessels” *Journal of Archaeological Science* 17 (4), pp. 373-382.
- SCHIFFER, M. B. (2004) “Studying Technological Change: A behavioral perspective”. *World Archaeology* 36, pp. 579-585.

- SCHIFFER, M. B., SKIBO, J. M. (1987) "Theory and experiment in the study of technological change", *Current Anthropology* 28, pp. 595-622.
- SCHLANGER, N. (1994) "Mindful technology: unleashing the chaîne opératoire for an archaeology of mind." En (Ed. C. Renfrew y E. Zubrow) *The ancient mind: Elements of cognitive archaeology*. Cambridge University Press, pp. 143-151.
- SCHNEIDER, G., DASZKIEWICZ, M. (2006) "Chemical Analysis of Italian Sigillata from Italy and from the Northern Provinces." En (Ed. D. Malfitana, J. Poblome y J. Lund) *Old Pottery in a New Century: Innovating perspectives on Roman Pottery Studies*, Atti del Convegno Internazionale di Studi, pp. 537-554.
- SCHNEIDER, G., VOKAER, A., BARTL, K., DASZKIEWICZ, M. (2007) "Some new results of archaeometric analysis of brittle wares." En (Ed. M. Bonifay, J. Treglía) *Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares and Amphorae in the Mediterranean: Archaeology and archaeometry*, BAR International Series 1662 (II), pp. 715-729.
- SCHWEDT, A., MOMMSEN, H., ZACHARIAS, N., BUXEDA I GARRIGÓS, J. (2006). "Analcime crystallization and compositional profiles: Comparing approaches to detect post-depositional alterations in archaeological pottery." *Archaeometry* 48(2), pp. 237-251.
- SCHULTZ, L. (1964) "Quantitative interpretation of mineralogical composition from X-Ray and chemical data for the Pierre Shale". *Geological Survey Professional Paper* 391.
- SCOTT, D. (2001) "The application of scanning X-ray Fluorescence Microanalysis in the examination of cultural materials" *Archaeometry* 43 (4), pp. 475-482.
- SEGUÍ RODRÍGUEZ, J. (1885) "Excursión histórica por Calviá" *Boletín de la Sociedad Arqueológica Luliana* 24, pp. 1-4.
- SEGURA SALADO, J., CARRERO SARALEGUI, P. (1990) *Es molí de Santa Ponça. Història i restauració*. Calvià: Escola-taller Molí de Santa Ponça.
- SELLET, F. (1993) "Chaîne opératoire: the concept and its applications", *Lithic Technology* 18 (1-2), pp. 106-111.
- SERVERA, G. (2009) *Usos, simbolisme i significat de plantes en els rituals funeraris de la Cova des Pas (Ferreries, Menorca), a partir de l'estudi pol.línic i d'altres palinomorfs*. Memòria de Llicenciatura per a l'obtenció del Diploma d'Estudis Avançats (DEA). Universitat de les Illes Balears.

Bibliografia

- SERVERA, G.; VIVÓ, M.; JAVALOYAS, D.; OLIVER, L. (2003) "Les ocupacions històriques dels Closos de Can Gaià" *II Jornades d'Estudis Històrics Locals de Felanitx*.
- SERVERA, G., PICORNELL, LL. (2010) "L'arqueopalinologia i l'antracologia: dues disciplines per al coneixement de les relacions dels humans amb les plantes en el passat" *Mayurqa* 33, pp. 9-26.
- SESTIER, C. (2005) "Utilisation du dégraissant vegetal en contexte néolithique: hypothèses technologiques et expérimentation", En (Ed. A. Livingstone, D. Bosquet, R. Martineau) *Pottery Manufacturing Processes: Reconstitution and Interpretation*, BAR International Series 1349, pp. 81-94.
- SESTIER, C., MARTINEAU, R., CHENU, E., ELIAS, A., GOYDADIN, R., LADMIRA, E. (2003) "Imaging vegetal inclusions in porous clayey materials and ceramics, by impregnation with fluorescent polymers." *Understanding People Through Their Pottery*, pp. 251-261.
- SEVA, R. (1995) *Caracterización de cerámica y relaciones culturales en la Prehistoria Reciente de Alicante* Tesis doctoral inédita, Universidad de Alicante.
- SEVA, R., ALMIÑANA, M. (1996) "Caracterización cerámica y osmosis cultural durante el Bronce Medio en la zona media de la provincia de Alicante." *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castrense* 17, pp. 129-156.
- SHENNAN, S. (1992) *Arqueología cuantitativa*. Crítica.
- SHEPPARD, A. (1971) *Ceramics for the archaeologist*, Carnegie Institution of Washington, Washington D. C.
- SHOTT, M. J. (1996) "Mortal pots: on use life and vessel size in the formation of ceramic assemblages" *American Antiquity* 31 (3), pp. 463-482.
- SHOVAL, S., BECK, P., YADIN, E. (2006) "The ceramic technology used in the manufacture of Iron Age pottery from Galilee" En (Ed. M. Maggetti y B. Messiga) *Geomaterials in Cultural Heritage*, Geological Society Special Publication 257, pp. 101-118.
- SIGAUT, F. (1994) "Technology" En (Ed. T. Ingold) *The Companion Encyclopedia of Anthropology*, London, pp. 396-419.
- SILLAR, B. (2000) "Dung by preference: the choice of fuel as an example of how andean pottery production is embedded within wider technical, social, and economic practices" *Archaeometry* 42 (1), pp. 43-60.

- SILLAR, B., TITE, M. (2000) "The challenge of 'technological choices' for materials science approaches in archaeology" *Archaeometry* 42 (1), pp. 2-20.
- SJÖMAN, L. (1992) *Vasijas de barro. La cerámica popular en el Ecuador*. Centro Interamericano de Artesanías y Artes Populares (CIDAP).
- SKIBO, J. M. (1992) *Pottery function: A use alteration perspective*. Interdisciplinary Contributions to archaeology, Plenum Press. Nueva York-Londres.
- SKIBO, J. M., SCHIFFER, M. B. (1987) "The effects of water on processes of ceramic abrasión" *Journal of Archaeological Science* 14, pp. 83-96.
- SKIBO, J. M., SCHIFFER, M. B., REID, K. C. (1989) "Organic-tempered pottery: an experimental study", *American Antiquity* 54 (1), pp. 122-146.
- SKIBO, J. M., BUTTS, T. C., SCHIFFER, M. B. (1997) "Ceramic surface threatment and abrasion resistance: an experimental study" *Journal of Archaeological Science* 24, pp. 311-317.
- SMITH, M. S., TRINKLEY, M. B. (2006) "Fibre-tempered pottery of the Stallings Island culture from the crescent site, Beaufort County, South Carolina: a mineralogical and petrographical study" En (Ed. M. Maggetti y B. Messiga) *Geomaterials in Cultural Heritage*, Geological Society Special Publication 257, pp. 119-126.
- SOFAER, J. (2006). "Pots, houses and metals: Technological relations at the Broze Age Tell at Szazhalhalombatta, Hungary." *Oxford Journal of Archaeology* 25 (2), pp. 127-147.
- SONKA, M., HLAVAC, V., BOYLE, R. (1994) *Image processing: Analysis and Machine Vision*. Chapman and Hall, London.
- SOKAL, R. R. Y ROHLF, F. J. (1982) *Biometry*. Freeman and Company. New York.
- SOLTMAN, J. (2001) "The role of petrography in the study of archaeological ceramics." En (Ed. P. Goldberg, V. Holliday y C. Ferring) *Earth Sciences and Archeology*. Kluwer Academic/Plenum Press, New York, pp 297-326.
- SOUZA, G., SOUSA, S., TERRONES, L., HOLANDA, J. (2005) "Mineralogical analysis of Brazilian ceramic sedimentary clays used in red ceramic." *Cerâmica* 51, pp. 381-386.
- SPATARO, M. (2002) *The First Farming Communities of the Adriatic: Pottery Production and Circulation in the Early and Middle Neolithic*. Quaderni della Società per la Preistoria e Protostoria della Regione Friuli-Venezia Giulia, Quaderno 9. Trieste.

- SPATARO, M. (2003) "Pottery analysis of the two Kot Dijian Sites of KS1 and KS2 in the Thar desert (Tharl, Sindh, Pakistan)" *Rivista di Archeologia* 27, pp. 145-157.
- SPATARO, M. (2004) "Pottery production in the Thar desert (Sindh, Pakistan): Three case-studies (Hindwari, Pir Chebo and Hingorja)" *Rivista di Archeologia* 28, pp. 171-180.
- SPATARO, M. (2006) "Pottery typology versus technological choices: an early neolithic case study from Banat (Romania)." *Analele Banatului, S.N., Archeologie – Istorie* 14 (1), pp. 63-78.
- SPATARO, M. (2009) "Cultural Diversities: The Early Neolithic in the Adriatic Region and Central Balkans. A Regional Perspective" En (Ed. D. Gheorghiu) *Early Farmers, Late Foragers and Ceramic Traditions*, Cambridge Scholars pp. 63-87.
- SPAULDING, A. (1953) "Statistical description and comparison of artifact assemblages" *American Antiquity* 18, pp. 305-313.
- SPAULDING, A. (1954) "Reply to Ford". *American Antiquity* 19, pp. 329-393.
- SPAULDING, A. (1977) "On Growth and Form in Archaeology: Multivariate Analysis" *Journal of Anthropological Research* 33, pp.1-15.
- STARK, M. (2003) "Current Issues in Ceramic Ethnoarchaeology" *Journal of Archaeological Research* 11 (3), pp. 193-242.
- STARK, M., BISHOP, R., MIKSA, E. (2000) "Ceramic Technology and Social Boundaries: Cultural Practices in Kalinga Clay Selection and Use". *Journal of Archaeological Method and Theory* 7 (4), pp. 295-331.
- STARNINI, E., SZAKMÁNY, Y. (2009) "Besides vessels: investigating Early Neolithic fired clay artefacts from Hungary" En (Ed. K. Biró, V. Szilágyi, A. Kreiter) *Vessels: inside and outside Proceedings of the 9th European Meeting on ancient ceramics*, Hungarian National Museum, pp. 165-172.
- STEPONATIS, V. P. (1984) "Technological studies of prehistoric pottery of Alabama: physical properties and vessel function" En (Ed. S. Van der Leeuw y A.C. Pritchard): *The many dimensión of pottery: ceramics in archaeology and anthropology*, Instituto de Prehistoria y Protohistoria de la Universidad de Ámsterdam, pp. 79-122.
- STEPONAITIS, V. P. (1983) *Ceramics, Chronology and Community Patterns: An Archaeological Study at Mundville*, Academic Press, New York.

- STERBA, J., MOMMSEN, H., STEINHAUSER, G., BICHLER, M. (2009) "The influence of different tempers on the composition of pottery" *Journal of Archaeological Science* 36, pp. 1582-1589.
- STERNER, J. (1989) "Who is signalling Whom? Ceramic Style, Ethnicity and Taxonomy among the Sirak Bulahay" *Antiquity* 63, pp. 451-459.
- STIKA, H. P. (1999) "Los macrorrestos botánicos de la Cova d'es Càrritx" En (Ed. V. Lull, R. Micó, C. Rihuete y R. Risch). *Ideología y sociedad en la prehistoria de Menorca: La Cova des Càrritx y la Cova des Mussol*. Ciutadella: Consell Insular de Menorca, pp. 521-32.
- STILBORG, O. (2003) "Pottery as a source of structural information: Internal structure and external contacts of Uppakra 0-400 AD." *Acta archaeologica Lundensia* 40, pp. 117-137.
- STIMMELL, C., STROMBERG, R. L. (1986) "A Reassessment of Thule Eskimo Ceramic Technology" En (Ed. W. D. Kingery) *Technology and Style Vol. 2*, American Ceramic Society, pp. 237-250.
- STOLTMAN, J. B. (1989) "A quantitative approach to the petrographic analysis ceramic thin sections". *American Antiquity* 54, pp. 147-160.
- STRAZZERA, B., DONDI, M., MARSIGLI, M. (1997) "Composition and ceramic properties of Tertiary clays from southern Sardinia (Italy)" *Applied Clay Science* 12, pp. 247-266.
- STREETEN, A. (1982) "Textural analysis: an approach to the characterization of sand-tempered ceramics", *British Museum Occasional paper* 32, pp. 123-134.
- SULLIVAN, A. P. (1989) "The Technology of Ceramic Reuse: Formation Processes and Archaeological Evidence" *World Archaeology* 21 (1), pp. 101-114.
- SWIFT, K. (2006) "Coarsewares from euesperides: petrology and trade" *Urbino Cyrenaica Conference, July*.
- SZÁKMANY, G., STARNINI, E. (2007) "Archaeometric research on the first pottery production in the Carpathian basin: manufacturing traditions of the Early Neolithic, Körös culture ceramics" *Archeometriai Műhely* 2, pp. 5-19.
- TABOADA CASTRO, M., SILVA HERMO, M., YBARRAL SILVA, M. (1992) "Distribución y origen de los óxidos de hierro en suelos sobre calizas" *Cuaderno Laboratorio Xeológico de Laxe* 17, pp. 23-34.
- TARRADELL, M., HERNÁNDEZ, J. (1998) "Son Real. Necrópolis talayótica de la Edad del Hierro. Catálogo e inventarios." *Arqueomediterránea* 3 (1).

- TARRIÑO VINAGRE, A. (1998) "Rocas silíceas sedimentarias su composición mineralógica y terminología" *Krei* 3, pp. 143-161.
- TAUBALD, H. (2009) "Archaeometrical analysis of neolithic pottery and comparison to potential sources of raw materials in their immediate environment: an overview". En (Ed. K. Biró, V. Szilágyi, A. Kreiter) *Vessels: inside and outside Proceedings of the 9th European Meeting on ancient ceramics*, Hungarian National Museum, pp. 71-75.
- TAYLOR, W. (1948) *A study of archaeology*. American Anthropological Association Memoir 69.
- TILLEY, C. (2006) "Identity, Place, Landscape and Heritage." *Journal of Material Culture* 11 (1/2), pp. 7-32.
- TITE, M.S. (1999) "Pottery production, distribution, and consumption: The contribution of the Physical Sciences", *Journal of Archaeological Method and Theory* 6 (3), pp. 181-233.
- TITE, M. (2002) "Archaeometry: if it is not archaeology, then it's nothing" En *Archaeometry in Europe in the Third Millenium*. Accademia Nazionale Dei Lincei, Roma, pp. 33-47.
- TITE, M. S. (2008) "Ceramic production, provenance and use: A review." *Archaeometry* 50 (2), pp. 216-231.
- TITE, M. S., FREESTONE, I. C., MEEKS, N. D., BIMSON M. (1982) "The use of Scanning Electron Microscopy in the Technological Examination of Ancient Ceramics", En (Ed. J. S. Olin y A. D. Franklin) *Archaeological Ceramics*, Smithsonian Institution Press, Washington D. C., pp. 97-108.
- TITE, M. S., KILIKOGLU, V., VEKINIS, G. (2001) "Strenghtg, toughness and termal shock resistance of ancient cerámics, and their influence on technological choice." *Archaeometry* 43 (3), pp. 301-324.
- TOLEDO, R., DOS SANTOS, D.R., FARIA, R. T. JR., CARRIÓ, J. G., AULER, L. T., VARGAS, H. (2004) "Gas release during clay firing and evolution of ceramic properties" *Applied Clay Science* 27, pp. 151-157.
- TOMBER, R., CARTWRIGHT, C., GUPTA, S. (2009) "Rice temper: technological solutions and source identification in the Indian Ocean" *X European Meeting on Ancient Ceramics*, London.

- TRAVERIA, A., FONT, M. (1984) "Aplicació del coeficient d'absorció determinat experimentalment a la quantitativa per difracció de raigs X" *Acta Geològica Hispànica* 19 (1), pp. 45-48.
- TROJANOWICZ, M. (2008) "Modern chemical analysis in archaeometry" *Analytical & Bioanalytical Chemistry* 391, pp. 915-918.
- TSANTINI, E. (2007) *Estudi de la producció i la distribució d'àmfores ibèriques en el NE peninsular a través de la seva caracterització arqueomètrica*. Tesis doctoral inédita, Universitat de Barcelona.
- TSANTINI, E., BUXEDA, J., CAU, M. A. ORFILA, M. (2004) "Caracterización arqueométrica de la cerámica común producida en la villa romana de Sa Mesquida (Mallorca)", *Pyrenae* 35 (1), pp. 157-186.
- TSCHEGG, C. (2009) "Post-depositional surface whitening of ceramic artifacts: alteration mechanisms and consequences." *Journal of Archaeological Science* 36, pp. 2155-2161.
- TSETLIN, Y. (2003) "Organic tempers in ancient ceramics." En *Ceramic in the Society: Proceedings of the 6th European Meeting on Ancient Ceramics*. Fribourg, Switzerland, Department of Geosciences Mineralogy and Petrography, pp. 289-306.
- TSETLIN, Y. (2003b) "Ceramics culture: a real system and a source of historical information." *Understanding People Through their pottery*, pp. 289-293.
- TUCKER, M. (1991) *Sedimentary Petrology: an introduction to the origin of sedimentary rocks*. Blackwell Scientific Publications, Texas.
- TURBANTI MEMMI, I. (2004) "Pottery production and distribution: the contribution of mineralogical and petrographical methodologies in Italy. State of the art and future developments". *Periodico di Mineralogia* 73, pp. 239-257.
- URIBE RODRÍGUEZ, M., AYALA ROCABADO, P. (2004) "La alfarería de Quillagua en el contexto formativo del Norte Grande de Chile (1.000 a.C. - 500 d.C.)." *Chungará (Arica)*, *Revista de Antropología Chilena* 36 (2), pp. 585-597.
- VALERO I MARTÍ, G. (1989) "Forns de calç i calciners". En *Elements de la societat pre-turística mallorquina*, Conselleria de Cultura, Educació i Esports, Govern Balear, pp. 191-206.
- VALLESPÍR, A., PROHENS, J. M., ORFILA, M., MERINO, J. (1987) "Yacimientos arqueológicos de Santa Ponça (Calvià)", *Mayurqa* 21, pp. 1-30.

- VALLORI, B., MAS, C., CAU, M. A. (en prensa) "Romanos, vándalos y bizantinos: esbozo histórico de unas islas dominadas" En *Calvià: Patrimoni cultural*, Ajuntament de Calvià.
- VAN AS, A. (1984). "Reconstructing the potter's craft." En (Ed. S. E. Van der Leeuw) *The Many Dimensions of Pottery. Ceramics in Archaeology and Anthropology*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam, pp. 129–164.
- VAN AS, A. (1987). *Het Pottenbakkersambacht in Syrië, Een technologisch-archeologische studie van aardewerk uit het Taboa-gebied in Noordwest-Syrië en een beschouwing over aardewerktypologie*, Ph. D. thesis, Leiden University.
- VAN DER LEEUW, S. E. (1976a) *Studies in the Technology of Ancient Pottery*. Organization for the Advancement of Pure Research, Amsterdam.
- VAN DER LEEUW, S. E. (1976b) "Neolithic Beakers from the Netherlands: the potter's point of view", En (Ed. J.N. Lanting and J.D. van der Waals) *Glockenbechersymposium Oberried 1974*, Haarlem, pp. 81-140.
- VAN DER LEEUW, S. E. (1984) "Dust to dust: A transformational view of the ceramic cycle." En (Ed. S. Van der Leeuw y A.C. Pritchard): *The many dimensión of pottery: ceramics in archaeology and anthropology*, Instituto de Prehistoria y Protohistoria de la Universidad de Ámsterdam, pp. 705-773.
- VAN DER LEEUW, S. E. (1993) "Giving the potter a choice. Conceptual aspects of pottery techniques", En (Ed. P. Lemonnier) *Technological choice. transformations in material cultures since the neolithic*, Routledge, London, pp. 238-288.
- VAN STRYDONCK, M. J.; WALDREN, W.; HENDRIX, V. (1998): "*The 14C chronology of the Son Mas Sanctuary site (Valldemosa, Mallorca, Spain). Proceedings of the 16th International 14C Conference*" (W.G. Mook y J. Van der Plicht, eds.), *Radiocarbon* 40 (2), pp. 735-748.
- VAN STRYDONCK, M., LANDRIE, M., BOUDIN, M., GROOTES, P. M.; NADEAU, M. J., SPARKS, R., KEPPENS, E. (2002) *Royal Institute for Cultural Heritage Radiocarbon Dates XVIII*. Brussels.
- VAN STRYDONCK, M., BOUDIN, M., ERVYNCK, A., ORVAY, J., BORMS, H. (2005) "Spatial and temporal variation of dietary habits during the prehistory of the Balearic Islands as reflected by $\delta^{14}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ analyses on human and animal bones" *Mayurqa* 30, pp. 523-541.
- VARELA TORRECILLA, C. (1990) "La producción alfarera artesanal del occidente de la península del Yucatán: un ejemplo de cambio cultural." *Revista Española de Antropología Americana* 20, pp. 183-220.

- VAUGHN, K., NEFF, H. (2004) "Tracing the clay source of Nasca polychrome pottery: results from a preliminary raw material survey." *Journal of Archaeological Science* 31, pp. 1577-1586.
- VÁZQUEZ VARELA, J. (2003) "Aproximación etnoarqueológica a la temperatura de cocción de la cerámica" *Gallaecia* 22, pp. 407-411.
- VELDE, B. (2005) "Use of image analysis in determining multi-source ceramic materials" En (Ed. A. Livingstone, D. Bosquet, R. Martineau) *Pottery Manufacturing Processes: Reconstitution and Interpretation*, BAR International Series 1349, pp. 95-99.
- VELDE, B., DRUC, I. (1999) *Archaeological Ceramic Materials: Origin and Utilization*. Natural Science in Archaeology. Springer, Berlin.
- VENABLES, W.N., RIPLEY, B.D. (2002) *Modern Applied Statistics with S*. Springer Verlag, New York.
- VENDRELL SAZ, M. (2003) "Estudi analític de les ceràmiques del jaciment d'Alcaidús i comparació del conjunt" En (Ed. L. Plantalamor y J. Marqués) *El sepulcre megalític d'Alcaidús*. Treballs del Museu de Menorca 26, pp. 269-273.
- VENY, C. (1968) *Las cuevas sepulcrales del bronce antiguo de Mallorca*. Madrid.
- VENY, C. (1977) "Apuntes complementarios sobre la cueva de la Edad del Hierro de Son Maimó, Petra (Mallorca)" *Trabajos de Prehistoria* 34, pp. 111-154.
- VIDAL, A. (2008a) "Cerámica y sociedad: La producción alfarera neolítica en el sur peninsular." *Actas de las I Jornadas de Jóvenes en Investigación Arqueológica: dialogando con la cultura material*, pp. 163-170.
- VIDAL, A. (2008b) "Desde la otra orilla: presencia de la arqueometría en Latinoamérica y su relación con España." En (Ed. S. Rovira Llorens, M. García-Heras, M. Gener Moret, I. Montero Ruiz) *Actas del VII Congreso Ibérico de Arqueometría*, pp. 51-62.
- VIDAL, A. (2008c) "Identificación de agregados líquidos en pastas cerámicas" *II Congreso Internacional de Arqueología Experimental*, pp. 96.
- VIDAL, A. (2008d) "Para aprender no hay edad: irregularidades frecuentes en la cerámica realizada por aprendices adultos" *II Congreso Internacional de Arqueología Experimental*, pp. 97.
- VIDAL, A., GARCÍA, J. (2009) "Dime cómo lo haces: una visión etnoarqueológica de las estrategias de aprendizaje de alfarería tradicional" *Arqueoweb* 12.

Bibliografia

- VILAR VILÀ, M., RAMÓN SARIÑENA, E. (1986) "La ceràmica a mà del poblat ibèric de Montbarbat" *Annals de l'Institut d'Estudis Gironins* 28, pp. 45-71.
- VILADEVALL, M., CAMACHO, G., MARTURIA, J., PONCE, J. M. (1991) "Los placeres auríferos de la llanura aluvial del río Segre y Delta del río Ebro (NE de la Península Ibérica)" *Gisements alluviaux d'or*, pp. 187-215.
- VILANOVA, B., CERDA, M., MARTORELL, A. (2001) *Vida i costums a la possessió mallorquina*. El Gall, Pollença.
- VILLOCH, V., SANTOS, M., CRIADO, F. (1997) "Forms of ceremonial landscapes in Iberia from Neolithic to Bronze Age: Essay on an Archaeology of Perception" En (Ed. F. Criado y C. Parcero) *Landscape, Archaeology, Heritage*, Trabajos en Arqueología del Paisaje 2, pp. 19-26.
- VINCE, A. (2009) "Pottery supply over three millennia: petrological and geochemical ceramic characterization at Melton, East Yorkshire, UK" En (Ed. K. Biró, V. Szilágyi, A. Kreiter) *Vessels: inside and outside Proceedings of the 9th European Meeting on ancient ceramics*, Hungarian National Museum, pp. 231-240.
- VITELLI (1989) "Were pots first made for foods: doubts from Franchthi" *Ceramic Technology World Archaeology* 21 (1), pp. 17-29.
- VIVES FERRÁNDIZ, J. (2005) *Negociando encuentros: Situaciones Coloniales E Intercambios En La Costa Oriental De La Península Ibérica (ss. VIII-VI A.c.)*. Tesis doctoral, Bellaterra.
- VOORRIPS A. (1982) "Mambrino's Helmet: A framework for structuring archaeological data" En (Ed. R. WHALLON y J. BROWN) *Essays on Archaeological Typology*, Center for American Archaeology Press, pp. 93-126.
- VVAA (1974) *Powder Diffraction data for Minerals*, Joint Comite on Powder Diffraction Standards.
- VVAA (2003) *Powder Diffraction data for Minerals* Joint Comite on Powder Diffraction Standards.
- WAGNER, C. (2005) "Fenicios en el Extremo Occidente: conflicto y violencia en el contexto colonial arcaico" *Revista Portuguesa de Arqueología* 8 (2), pp.177-192.
- WAGNER, C. (2007) "El barco negro en la costa. Reflexiones sobre el miedo y la colonización fenicia en la tierra de Tarsis" *Gerión* Vol. Extra, pp. 121-131.

- WALDREN, W. H. (1982a) *Balearic Prehistory Ecology and Culture: The excavation and study of certain Caves, Rocks Shelters and Settlements*. BAR International Series 149(i).
- WALDREN, W. H. (1982b) "A preliminary palynological report from the Muleta Cave Deposit" *Balearic Prehistoric Ecology and Culture*. BAR International Series 149 (II), pp. 539-545.
- WALDREN, W. H. (1991) "Simple approaches to the analysis of prehistoric pottery" *II Deyá Conference of Prehistory: Archaeological Techniques, Technology and Theory*, BAR International Series 573, Oxford, pp. 115-168.
- WALDREN, W. H. (1996) "The prehistoric sanctuary of Son Mas 1995: a radiocarbon analysis survey." *Complutum Extra* 6, pp. 191-215.
- WALDREN, W. H. (2003) "Evidence of Iberian Bronze Age 'Boquique' Pottery in the Balearic Islands: Trade, Marriage or Culture?" *Oxford Journal of Archaeology* 22 (4), pp. 357-374.
- WHALLON R. (1990) "Defining structure in clustering dendrograms with multilevel clustering" En (Ed. A. VOORRIPS y B. OTTAWAY) *New Tools for Mathematical Archaeology*, Cracow, Polish Academy of Sciences, pp. 1-13.
- WARREN, P., SHADFORTH, Y. (1999) "Scope and limitations for semi-quantitative XRF analysis" *JCPDS International Centre for Diffraction Data*, pp. 783-787.
- WATKINS, C. (2006). *Parowan pottery and Fremont complexity: Late formative ceramic production and exchange*. Thesis submitted to the Department of Anthropology, Brigham Young University.
- WEST, S. M. (1992) *Temper, thermal shock and cooking pots: a study of tempering materials and their physical significance in prehistoric and traditional cooking pottery*. Thesis submitted to Department of Materials Science and Engineering, University of Arizona.
- WEYMOUTH, J. (1973). "X Ray Diffraction Analysis of Prehistoric Pottery" *American Antiquity* 38 (3), pp. 339-344.
- WHITBREAD, I. (1986) "The characterization of argillaceous inclusions in ceramic thin sections." *Archeometry* 28 (1), pp. 79-88.
- WHITBREAD, I. (2003) "Clays of Corynth, The study of a basic resource for pottery production". En (Ed. C. Williams II y N. Bookidis) *Corynth: The centenary (1896-1996)*, The American School of Classical Studies at Athens, pp. 1-14.

Bibliografía

- WIEDER, M., ADAN-BAYEWITZ, D. (1999) "Pottery manufacture in early Roman Galilee: a micromorphological study." *Catena* 35 (2-4), pp. 327-341.
- WILSHUSEN, R., STONE, G. (1990) "An Ethnoarchaeological Perspective on Soils." *World Archaeology* 22 (1), pp. 104-114.
- WILLIAMS, D. F. (1982) "Aspects of prehistoric pottery-making in Orkney", En (Ed. I. Freestone, C. Johns y T. Potter) *Current research in ceramics: Thin-section studies*. British Museum Occasional Paper 32, pp. 9-13.
- WOODS, A. J. (1985). "An introductory note on the use of tangential thin-section for distinguishing between wheel-thrown and coil/ring-built vessels." *Butlletin of Experimental Firing Group* 5, pp. 100-114.
- WOODS, A. J. (1986) "Form and function: some observations of the cooking pot in antiquity" En (Ed. W. D. Kingery) *Ceramics and civilization, volume 2*, American Ceramic Society, pp. 157-172,
- WRIGHT, R. P. (1991) "Women's Labor and Pottery Production in Prehistory", En (Ed. J. M. Gero y M. W. Conkey) *Engendering archaeology: women and prehistory*, Basil Blackwell Ltd., pp. 194-223.
- WORRAL, W. E. (1975) *Clays and Ceramic Raw Materials*. Ed. Applied Science Publishers, London.
- WYNVELDT, F. (2008) "Tecnología cerámica Belén: caracterización macroscópica y conceptualización en la manufactura alfarera" *Intersecciones en Antropología* 9, pp. 157-172.
- YANKOWSKI, A. (2008) "Earthenware production and trade: using ethnographic data and petrographic analyses to compare prehistoric and contemporary pottery traditions from the island of Bohol, Philippines" *Ippa Bulletin* 28, pp. 11-15.
- YÉBENES, A., ALCALDE, A. (1977) "Geoquímica del boro en las ilitas triásicas de la cordillera ibérica" *Cuadernos Geología Ibérica* 4, pp. 485-494.
- YEKO, J. (1980) *Quantitative analysis of minerals by X-ray powder diffraction*. Thesis submitted to the Graduate Faculty of Texas Tech University.
- YLL, E. (1984) "Análisis polínico del poblado talayótico de Son Fornés (Mallorca)". En (Ed. P. Gasull, V. Lull, M. Sanahuja) *Son Fornés I: La Fase Talayótica. Ensayo de reconstrucción socio-económica de una comunidad prehistórica de la isla de Mallorca*. BAR International Series 209, pp. 133-135.

YOUNG, L., STONE, T. (1990) "The Thermal Properties of Textured Ceramics: An Experimental Study" *Journal of Field Archaeology* 17, pp.195-203.

ANEXO II

TABLAS

Anexo II

Tabla 1, 2, 3, y 4: Muestras seleccionadas de los distintos yacimientos.

Muestra	UE	Cronología	Observaciones	AI	DRX	FRX	LD
SM-180	23	400-300 AC	Uso	X	X	X	X
SM-138	12	400-300 AC	Uso	X	X	X	X
SM-468	4	1200-800 AC	Construcción	X	-	X	X
SM-140	12	400-300 AC	Uso	X	-	X	X
SM-665	41	400 AC	Uso	X	X	X	X
SM-660	41	400 AC	Uso	X	-	X	X
SM-970	117	400 AC	Superficial	X	-	X	X
SM-971	117	400 AC	Superficial	X	-	X	X
SM-473	4	1200-800 AC	Construcción	X	-	X	X
SM-661	41	400 AC	Uso	X	-	X	X
SM-1125	123	1200-800 AC	Construcción	X	-	X	X
SM-796	41	400 AC	Uso	X	-	X	X
SM-181	9	350 AC	Uso	X	X	X	X
SM-1351	138	800-500 AC	Torre III	X	X	X	X
SM-484	4	1200-800 AC	Construcción	X	-	X	X
SM-472	4	1200-800 AC	Construcción	X	-	X	X
SM-683	26	800-500 AC	Estructura de Combustión	X	X	X	
SM-663	23	400-300 AC	Uso	X	X	X	
SM-625	70	1200-800 AC	Construcción	X	X	X	X
SM-426	23	400-300 AC	Uso	X	X	X	
SM-659	41	400 AC	Uso	X	X	X	X

SM-238	9	350 AC	Uso	X	X	X	
SM-708	41	400 AC	Uso	X	X	X	
SM-293	9	350 AC	Uso	X	X	X	
SM-246	9	350 AC	Uso	X	X	X	X
SM-386	23	400-300 AC	Uso	X	X	X	
SM-394	23	400-300 AC	Uso	X	X	X	
SM-416	23	400-300 AC	Uso	X	X	X	
SM-280	9	350 AC	Uso	X	X	X	
SM-689	41	400 AC	Uso	X	X	X	
SM-642	23	400-300 AC	Uso	X	X	X	X
SM-362	23	400-300 AC	Uso	X	X	X	X
SM-834	40	400-300 AC	Uso	X	X	X	
SM-471	4	1200-800 AC	Construcción	X	X	X	
SM-470	4	1200-800 AC	Construcción	X	X	X	
SM-475	4	1200-800 AC	Construcción	X	X	X	
SM-705	41	400 AC	Uso	X	X	X	
SM-325	9	350 AC	Uso	X	X	X	X
SM-837	40	400-300 AC	Uso	X	X	X	
SM-198	9	350 AC	Uso	X	X	X	
SM-495	4	1200-800 AC	Construcción	X	X	X	
SM-C. 36	73	200-130 AC	Poblado	X	X	X	
SM-284	9	350 AC	Uso	X	X	X	
SM-697	41	400 AC	Uso	X	X	X	
SM-634	70	1200-800 AC	Construcción	X	X	X	

Anexo II

SM-802	40	400-300 AC	Uso	X	X	X	
SM-823	40	400-300 AC	Uso	X	X	X	
SM-245	9	350 AC	Uso	-	X	X	
SM-349	9	350 AC	Uso	-	X	X	
SM-627	70	1200-800 AC	Construcción	X	X	X	
SM-2	11	350 AC	Uso	-	X	-	
SM-3	11	350 AC	Uso	X	X	-	
SM-103	17	350 AC	Uso	X	-	-	

Muestra	UE	Cronología	AI	DRX	FRX	LD	Observaciones Macroscópicas	Atmosfera de Cocción (ME-N-MI)	Color del polvo
CLG-97-2755	Sondeo	-	X	X	X	X	Mica dorada y inclusiones blancas	R	Gris
CLG-96-1233 (184)	9	1000-800	X	X	X	X	Desgrasante blanco anguloso	r-O	Rosa
CLG-97-2664	9	1000-800	X	X	X	X	Desgrasante blanco anguloso	O-R	Gris CLG-Garo
CLG-97-1594	9	1000-800	X	X	X		Abrasión en la cara interna del cuerpo medio. Desgrasante blanco anguloso	R	Gris
CLG-97-2430 (188)	36	1500	X	X	X		Poco desgrasante y redondeado. Pasta muy compacta, dura y poco porosa.	R	Gris
CLG-97-1116 (187)	9	1000-800	-	X	X		Desgrasante blanco anguloso	R	Gris
CLG-97-9758 (194)	9	1000-800	X	X	X		Desgrasante blanco anguloso y Desgrasante oscuro, pasta muy blanda.	r-o/r-r	Rosa oscuro
CLG-98-(281)	35	1000-800	X	X	X		Desgrasante blanco anguloso, pasta grosera y pared gruesa	R	Gris oscuro
CLG-97-33	35	1000-800	-	X	X		Pasta fina, Desgrasante blanco anguloso	-	Gris CLG-Garo
CLG-00-219	36	1500	X	X	X		Desgrasante blanco anguloso de gran tamaño	o-R-o	Gris CLG-Garo
CLG-97-205	36	1500	X	X	X	X	Inclusiones de Hierro	O	Rosa
CLG-97-207	36	1500	-	X	X		Desgrasante blanco anguloso	-	Gris
CLG-97-204	36	1500	X	X	X		Desgrasante blanco anguloso	r-O-r	Rosa
CLG-00-160	95	1700	X	X	X		Desgrasante blanco anguloso	o-R-o	Gris
CLG-00-2851-149	95	1700	X	X	X	X	-	o-R-o	Gris
CLG-00-2075-154	95	1700	X	X	X	X	Escaso desgrasante blanco anguloso.	o-R-o	Gris
CLG-00-2795-150	95	1700	X	X	X		-	O-r-O	Gris/rosa
CLG-Argila (Cista)	18	900	X	X	X		-	o-R-o	Gris
CLG-209	-	-	X	X	X		-	-	-

Anexo II

Pieza	Perfil	Sector	Nivel	Observaciones	Ámbito	DRX	FRX	AI	LD
TSB-1	-	1	-	Material cubierta	Patio	X	X	X	
TSB-1/300	X	1	1	Urna	Patio	X	X	X	X
TSB-1/296	X	1	1	Urna	Patio	X	X	X	X
TSB-1/294	X	1	1	Jarra	Patio	X	X	X	X
TSB-1/295	X	1	1	Jarra	Patio	X	X	X	
TSB-1/303	-	1	1	Boca de Vaso	Patio	X	X	X	
TSB-1/297	-	1	1	Borde	Patio	X	X	X	
TSB-1/299	X	1	1	Vaso	Patio	X	X	X	
TSB-17/25	X	17	?	-	-	X	X	-	
TSB-17/25*	-	17	?	Engobe	-	X	-	X	
TSB-17/29	X	17	?	-	-	X	X	X	
TSB-17/23	X	17	?	-	-	X	X	X	X
TSB-2/40	X	2	-	Vaso	Hab. 4	X	X	X	
TSB-2/42	X	2	-	Olla Globular	Hab. 4	X	X	X	
TSB-2/41	X	2	-	Vaso	Hab. 4	X	X	X	X
-	-	2	-	Pica de Arcilla	Hab. 4	X	-	-	
TSB-4/43	-	4	-	Pesa de telar	Hab.1	X	X	X	
TSB-4/66	-	4	-	Adobe	Hab. 1	X	X	X	X
TSB-5/20	X	5	-	Ovoide	Ext. Hab. 2	X	X	X	
TSB-5/19	X	5	-	Jarra	Ext. Hab. 2	X	X	X	
TSB-6/79	X	6	-	Urna	Hab. 2	X	X	X	
TSB-6/61	X	6	-	-	Hab.2	X	X	-	
TSB-6/66	X	6	-	Vaso/jarrita	Hab.2	X	X	X	
TSB-6/80	X	6	-	Urna	Hab. 2	X	X	X	X
TSB-6/81	X	6	-	Jarra	Hab. 2	X	X	X	
1509 TSB-6/73	X	6	-	Vaso	Hab. 2	X	X	X	X

TSB-6/72	X	6	-	Vaso	Hab. 2	X	X	X	
TSB-6/65	X	6	-	Vaso	Hab. 2	X	X	X	X
TSB-6/82	X	6	-	Jarra	Hab. 2	X	X	X	X
TSB-6/87	X	6	-	Vaso	Hab. 2	X	X	X	X
TSB-7/33	-	7	1	Copa crestada	Pasillo	X	X	X	X
TSB-7/32	-	7	1	Borde Olla Globular	Pasillo	X	X	X	
TSB-7/159	X	7	1	Vaso/jarrita	Pasillo	X	X	X	X
TSB-7/10	-	7	2	Borde jarra	Pasillo	X	X	X	
TSB-8/77	-	8	1	Eco-facto con improntas de tronco	Ext. Hab. 3	X	X	X	
TSB-8/78	-	8	1	Eco-facto doblado	Ext. Hab. 3	X	X	X	
TSB-8/33	-	8	1	Pesa de Telar	Ext. Hab. 3	X	X	X	
TSB-8/65	-	8	1	Base	Ext. Hab. 3	X	X	X	
TSB-8/34	-	8	1	Borde Jarra	Ext. Hab. 3	X	X	X	
TSB-8/32	X	8	1	Vaso	Ext. Hab. 3	X	X	X	
TSB-9/88	X	9	¿	-	Hab. 3	-	X	-	
TSB-9/91	X	9	2	Copa crestada	Hab. 3	X	X	X	
TSB-9/90	X	9	2	Vaso tronco-cónico	Hab. 3	X	X	X	
TSB-9/81	X	9	2	Urna	Hab. 3	X	X	X	X
TSB-9/80	X	9	2	Urna	Hab. 3	X	X	X	X
TSB-9/84	X	9	2	Urna	Hab. 3	X	X	X	
TSB-9/80*	-	9	2	Engobe	Hab. 3	X	-	X	
TSB-9/14	X	9	4	Vaso	Hab. 3	X	X	X	X

Anexo II

NPTP	Perfil	Forma	UE	Cronología	DRX	FRX	AI	LD
TSF-1090	X	3	17	700-500BC	X	X	X	X
TSF-1104	X	62	17	700-500BC	X	X	X	X
TSF-1082	X	102	17	700-500BC	X	X	X	X
TSF-1087	-	150	17	700-500BC	X	X	X	X
TSF-1113	-	847	17	700-500BC	X	X	X	X
TSF-1117	-	867	17	700-500BC	X	X	X	X
TSF-57	-	1154	62	200-100BC	X	X	X	X
TSF-58	X	1377 1155	62	1400-1000BC	X	X	X	X
TSF-208	-	1404	62	1700-1500BC	X	X	X	X
TSF-237	X	47	9	200-160BC	X	X	X	X
TSF-264	X	50	101	200-150BC	-	X	X	X
TSF-231	-	107	101	200-150BC	-	X	X	X
TSF-238	X	116	101	200-150BC	-	X	X	X
TSF-236	X	117	101	200-150BC	X	X	X	X
TSF-252	-	152	9	400-200BC	X	X	X	X
TSF-464	X	1374	9	400-200BC	-	X	X	X
TSF-352	X	1560	9 IV	200-180BC	-	X	X	X
TSF-240	X	1561	9	400-200BC	X	X	X	X
TSF-353	X	1563	9 IV	200-180BC	-	X	X	
TSF-239	X	1564	9	400-200BC	X	X	X	X
TSF-234	X	1571	9 III	200-150BC	-	X	X	
TSF-459	X	1573	101	200-150BC	-	X	X	
TSF-326	X	1578	9	400-200BC	X	X	X	X
TSF-467	-	1581	9	400-200BC	X	X	X	X
TSF-229	X	1582	101	200-150BC	-	X	X	
TSF-317	X	1584	9	400-200BC	X	X	X	X

NPTP	Perfil	Forma	UE	Cronología	DRX	FRX	AI	LD
TSF-360	-	1586	9 III	200-75BC	-	X	X	
TSF-235	X	1587	9	400-200BC	X	X	X	X
TSF-408	X	1577	9	500-200BC	X	-	X	X
TSF-1078	X	2151	44	200-75BC	X	-	X	X
TSF-1048	X	2180	44	200-75BC	X	-	X	X
TSF-56	X	1308	62	175-75BC	X	-	X	X
TSF-10	-	1370	62	175-75BC	X	-	X	X
TSF-8	X	1205	62	175-75BC	X	-	X	X
TSF-59	X	1156	62	1400-1000 BC	X	-	X	X
TSF-11	-	1260	62	175-75BC	X	-	X	X
TSF-1100	X	38	17	700-500BC	X	X	X	X
TSF-43	-	1204	62	200-75BC	-	X	-	
TSF-265	X	113	9	400-75BC	-	X	-	
TSF-242	X	1555	9	400-200BC	-	X	-	
TSF-455	-	1241	62	200-75BC	-	X	-	
TSF-60	-	1395	62	200-75BC	-	X	-	
TSF-16	-	1320	62	400-200BC	-	X	-	
TSF-409	-	1585	9	400-200BC	-	X	-	
TSF-1579		1579	9	400-200BC	-	X	-	
TSF-339	X	1588	9	400-200 BC	-	X	-	
TSF-1120	-	1120	62	200-75BC	-	X	-	
TSF-1310	-	1310	62	200-75BC	-	X	-	
TSF-449	-	1599	62	200-75BC	-	X	-	
TSF-553	-	947	62	200-75BC	-	X	-	
TSF-256	-	1583	9	400-200 BC	-	X	-	
TSF-244	X	45	101	200-175BC	-	-	X	-

Anexo II

NPTP	Perfil	Forma	UE	Cronología	DRX	FRX	AI	LD
TSF-450	-	1580	9	400-200BC	-	X	-	-

Tabla 5, 6, 7 y 8. Composición química semi-cuantitativa de las piezas analizadas, en óxidos y elementos traza (wt%).

Muestra	Yacimiento	Cronología	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Zn	Rb	Sr	Zr	Ba	Y	Cl
Arcilla	Terciario	-	1.380	15.900	42.260	0.353	0.326	2.657	29.980	0.729	5.493	0.0151	0.0149	0.0573	0.0177	0.0288	0.0018	0.0869
1/294	TSB	150	1.684	18.985	55.263	0.692	0.143	2.794	5.234	1.964	10.874	0.0190	0.0110	0.0219	0.0268	0.0553	0.0000	1.2000
1/295	TSB	150	1.148	16.092	42.952	0.493	0.188	2.430	24.111	1.584	8.583	0.0178	0.0102	0.0340	0.0183	0.0671	0.0000	0.7670
1/296	TSB	150	1.019	18.299	41.987	0.613	0.156	1.773	18.376	2.300	11.583	0.0195	0.0101	0.0224	0.0343	0.0000	0.0000	0.5690
1/297	TSB	150	1.445	16.595	47.324	0.492	0.145	4.087	19.986	0.843	6.230	0.0177	0.0220	0.0416	0.0163	0.0717	0.0035	1.8700
1/299	TSB	150	1.054	15.604	51.101	0.476	0.237	1.786	20.997	0.960	6.594	0.0154	0.0117	0.0381	0.0222	0.1060	0.0049	0.9500
1/300	TSB	150	1.635	16.609	54.422	0.483	0.190	2.459	13.830	0.852	6.110	0.0183	0.0139	0.0322	0.0366	0.0510	0.0047	1.0500
1/303	TSB	150	0.985	14.847	44.846	0.393	0.154	2.084	25.534	1.300	7.796	0.0161	0.0083	0.0211	0.0255	0.0000	0.0048	1.9600
2/40	TSB	150	1.098	19.787	46.734	0.549	0.083	1.485	14.218	2.144	13.375	0.0203	0.0181	0.0345	0.0424	0.1170	0.0059	0.0690
2/41	TSB	150	0.907	14.664	55.556	0.486	0.148	2.357	18.168	1.008	6.363	0.0124	0.0145	0.0273	0.0198	0.1240	0.0030	0.0753
2/42	TSB	150	0.948	21.137	48.058	0.659	0.088	1.523	11.822	2.134	11.824	0.0204	0.0109	0.0154	0.0266	0.1110	0.0037	1.0400
4/43	TSB	150	1.296	17.883	48.457	0.452	0.147	3.280	21.442	0.780	4.959	0.0127	0.0168	0.0438	0.0206	0.0754	0.0027	0.4320
4/66	TSB	150	1.616	9.612	33.192	0.361	0.194	1.699	48.082	0.588	3.197	0.00000	0.00960	0.0437	0.01800	0.0366	0.00339	0.0890
5/19	TSB	150	1.365	20.361	49.836	0.842	0.318	2.304	15.609	1.663	5.575	0.0558	0.0161	0.0680	0.0262	0.0783	0.0095	1.7200

Anexo II

Muestra	Yacimiento	Cronología	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Zn	Rb	Sr	Zr	Ba	Y	Cl
5/20	TSB	150	0.699	20.227	47.678	0.648	0.176	1.369	11.493	2.775	12.875	0.0262	0.0119	0.0215	0.0317	0.1350	0.0067	0.9020
6/61	TSB	150	1.321	18.228	48.690	0.442	0.110	1.320	15.444	1.712	10.063	0.0174	0.0127	0.0332	0.0269	0.1070	0.0051	1.3800
6/65	TSB	150	7.618	12.117	40.699	0.617	0.286	2.400	25.373	1.033	6.431	0.0177	0.0115	0.0601	0.0203	0.0865	0.0035	3.0500
6/66	TSB	150	0.801	18.229	41.578	0.458	0.186	1.294	20.993	4.040	9.662	0.0113	0.0053	0.0324	0.0402	0.1060	0.0047	1.3700
6/72	TSB	150	1.187	21.372	52.390	0.499	0.055	1.459	9.400	1.913	10.754	0.0187	0.0142	0.0327	0.0318	0.0375	0.0050	0.1480
6/73	TSB	150	0.972	18.546	53.533	0.680	0.374	2.130	4.899	1.333	9.289	0.0168	0.0150	0.0257	0.0404	0.0421	0.0067	2.7200
6/79	TSB	150	0.893	16.204	35.559	0.867	0.233	1.598	26.577	4.438	10.603	0.0140	0.0068	0.0466	0.0521	0.1170	0.0045	1.5200
6/80	TSB	150	1.078	18.803	47.254	0.775	0.138	1.786	8.226	3.363	15.437	0.0159	0.0090	0.0282	0.0400	0.1680	0.0038	1.7400
6/81	TSB	150	1.459	21.181	52.351	0.530	0.116	2.385	9.949	1.251	7.795	0.0213	0.0168	0.0259	0.0218	0.0000	0.0046	1.9100
6/82	TSB	150	0.742	20.047	46.696	0.627	0.371	1.330	9.170	3.023	15.315	0.0285	0.0106	0.0353	0.0380	0.4140	0.0067	0.9540
6/87	TSB	150	1.384	16.662	49.196	0.811	0.194	2.506	8.629	2.851	13.400	0.0131	0.0105	0.0276	0.0250	0.1400	0.0044	2.1000
7/10	TSB	150	1.181	16.777	45.699	0.834	0.168	1.957	15.865	1.920	12.454	0.0157	0.0164	0.0360	0.0248	0.1310	0.0033	2.6900
7/32	TSB	150	0.673	20.012	43.383	0.524	0.113	1.274	17.362	4.997	9.912	0.0159	0.0076	0.0287	0.0454	0.0812	0.0039	1.4400
7/33	TSB	150	1.030	19.432	56.986	0.453	0.076	2.145	9.852	1.109	5.406	0.0102	0.0136	0.0270	0.0306	0.0904	0.0029	3.3000
7/159	TSB	150	0.416	18.790	67.586	0.550	0.170	1.458	2.169	1.194	5.243	0.0129	0.0108	0.0185	0.0361	0.0752	0.0027	1.1700
8/32	TSB	150	0.735	18.801	51.055	0.401	0.186	2.389	15.058	1.049	7.261	0.0156	0.0153	0.0254	0.0192	0.0821	0.0045	1.6900

Muestra	Yacimiento	Cronología	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Zn	Rb	Sr	Zr	Ba	Y	Cl
8/33	TSB	150	1.448	16.616	49.446	0.455	0.166	3.631	17.460	0.762	5.449	0.0163	0.0192	0.0364	0.0164	0.0712	0.0022	0.2930
8/34	TSB	150	0.656	21.564	48.084	0.468	0.279	1.842	9.767	4.453	10.160	0.0112	0.0058	0.0313	0.0402	0.2420	0.0029	1.0600
8/65	TSB	150	4.027	15.029	43.364	0.559	0.395	2.761	20.679	1.554	8.748	0.0159	0.0131	0.0367	0.0209	0.0894	0.0267	1.6400
8/77	TSB	150	1.112	13.955	41.856	0.493	0.326	4.008	30.675	0.770	5.938	0.0145	0.0181	0.0711	0.0226	0.0770	0.0028	0.5860
8/78	TSB	150	1.979	10.854	39.205	0.511	0.428	2.167	37.756	0.707	5.035	0.0127	0.0050	0.0970	0.0222	0.1870	0.0030	0.8820
9/14	TSB	150	1.155	18.562	48.341	1.052	0.309	2.854	9.329	3.857	16.719	0.0152	0.0069	0.0272	0.0469	0.1860	0.0036	1.5000
9/80	TSB	150	0.825	18.560	40.479	0.472	0.215	1.380	18.887	4.195	13.304	0.0151	0.0061	0.0284	0.0338	0.0531	0.0036	1.3400
9/81	TSB	150	1.137	18.164	42.961	0.636	0.188	1.675	14.877	3.343	15.090	0.0158	0.0073	0.0247	0.0274	0.1290	0.0030	1.5300
9/84	TSB	150	1.250	16.499	41.526	0.663	0.229	1.806	20.641	3.188	12.647	0.0132	0.0062	0.0265	0.0234	0.0000	0.0030	1.1500
9/90	TSB	150	1.337	14.631	40.495	0.420	0.168	2.784	31.540	0.733	5.234	0.0130	0.0187	0.0631	0.0193	0.0990	0.0034	2.3700
9/91	TSB	150	1.190	12.770	37.841	0.458	0.160	2.529	34.792	0.888	5.604	0.0113	0.0199	0.0652	0.0226	0.0635	0.0033	3.5400
17/23	TSB	150	0.948	16.253	67.300	0.720	0.072	1.780	3.033	1.155	6.298	0.0122	0.0090	0.0146	0.0188	0.1610	0.0028	1.2600
17/25	TSB	150	1.573	19.402	47.085	0.812	0.074	1.289	10.351	3.397	15.031	0.0163	0.0092	0.0268	0.0282	0.0000	0.0048	0.5780
TSB-1	TSB	150	2.769	5.391	20.416	0.384	0.458	0.596	66.540	0.366	2.689	0.0000	0.0000	0.0846	0.0144	0.0000	0.0000	0.2700

Anexo II

Muestra	Yacimiento	Cronología	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Zn	Rb	Sr	Zr	Ba	Y	Cl
140	SM	400-300	6.443	13.901	41.269	0.000	0.617	2.302	29.847	0.794	4.780	0.00000	0.00000	0.0257	0.01120	0.0000	0.00000	0.0000
180	SM	400-300	1.797	9.362	45.859	0.557	0.207	2.576	34.184	0.541	3.874	0.00768	0.00739	0.0448	0.01590	0.0000	0.00000	0.0868
181	SM	350	1.968	16.978	43.940	0.000	0.260	2.523	27.975	0.737	4.841	0.02010	0.00000	0.0554	0.02130	0.0000	0.00000	0.5680
468	SM	1200-800	1.719	13.907	43.937	0.397	0.053	2.106	32.090	0.742	4.874	0.01200	0.01170	0.0196	0.01540	0.0298	0.00175	0.0000
472	SM	1200-800	3.043	18.321	37.828	0.000	0.181	2.429	34.049	0.479	3.622	0.00000	0.01430	0.0268	0.00000	0.0000	0.00000	0.0000
473	SM	1200-800	3.298	12.809	35.830	0.565	0.090	3.164	38.427	0.731	4.794	0.00719	0.01200	0.0175	0.01020	0.0606	0.00218	0.1020
138	SM	400-300	1.162	18.176	40.440	0.000	0.170	2.528	33.001	0.515	3.951	0.00000	0.01720	0.0233	0.00769	0.0000	0.00000	0.0000
484	SM	1200-800	1.194	15.208	39.019	0.500	0.069	2.414	35.412	0.756	4.424	0.00949	0.01440	0.0261	0.01140	0.0408	0.00263	0.0577
660	SM	400	1.056	11.626	31.344	0.333	0.099	1.850	48.242	0.580	4.500	0.01210	0.00980	0.0607	0.01580	0.1200	0.00258	0.0733
661	SM	400	1.345	12.545	35.364	0.548	0.208	2.232	41.590	0.630	4.457	0.01170	0.01160	0.0570	0.01400	0.0699	0.00184	0.1090
665	SM	400	1.345	13.246	36.737	0.771	0.179	2.680	38.116	0.624	4.786	0.01280	0.01180	0.1560	0.02550	0.0755	0.00332	0.1110
796	SM	400	1.239	13.812	35.639	0.593	0.096	1.923	42.110	0.738	3.771	0.01760	0.00980	0.0218	0.01130	0.0000	0.00407	0.0000
971	SM	400	1.322	12.065	35.746	0.450	0.114	1.737	40.767	0.491	3.321	0.01010	0.00884	0.0436	0.01210	0.0518	0.00131	0.1100
970	SM	400	1.181	12.201	35.316	0.392	0.108	1.814	43.465	0.556	3.703	0.01080	0.00912	0.0492	0.01230	0.0722	0.00311	0.0781
1125	SM	1200-800	1.374	15.701	35.075	0.000	0.000	1.726	38.456	1.609	6.003	0.00000	0.00000	0.0187	0.02410	0.0000	0.00000	0.0000

1351	SM	1100-900	0.886	10.376	40.314	0.000	0.258	1.282	38.584	1.142	6.416	0.01430	0.00000	0.0000	0.00980	0.0000	0.00000	0.5750
P-36	SM	200-130	1.722	20.970	60.454	0.509	0.158	3.821	3.624	1.027	5.867	0.01160	0.01820	0.0220	0.01840	0.0000	0.00158	0.2600
198	SM	350	1.817	12.014	31.548	0.575	0.192	2.307	43.254	1.013	6.866	0.01060	0.01080	0.0443	0.01680	0.0653	0.00000	0.0890
238	SM	350	1.321	14.617	39.411	0.410	0.100	2.549	34.785	0.738	5.791	0.01300	0.01210	0.0623	0.00000	0.0834	0.00237	0.0365
245	SM	350	1.449	13.098	34.051	0.435	0.114	2.093	40.013	1.174	7.228	0.01340	0.01260	0.0241	0.02010	0.0503	0.00196	0.1060
246	SM	350	1.349	15.986	49.922	0.438	0.108	3.152	20.785	0.960	7.004	0.01350	0.01470	0.0524	0.01730	0.0715	0.00170	0.0000
280	SM	350	1.751	11.576	32.255	0.467	0.258	2.131	46.030	0.569	3.685	0.00574	0.00844	0.0641	0.01540	0.0705	0.00000	0.0811
284	SM	350	1.208	13.437	37.143	0.414	0.157	2.513	39.705	0.716	4.351	0.00845	0.00919	0.0592	0.01750	0.1010	0.00153	0.0759
293	SM	350	1.584	17.436	51.483	0.450	0.100	3.219	17.519	1.085	6.706	0.01260	0.01600	0.0450	0.01520	0.0587	0.00255	0.1120
325	SM	350	1.156	10.904	31.543	0.464	0.257	1.471	49.243	0.605	4.040	0.00846	0.00833	0.0392	0.01210	0.1170	0.00424	0.0644
349	SM	350	1.459	12.937	39.270	0.605	0.202	2.493	35.889	0.845	5.824	0.01400	0.01310	0.0494	0.02480	0.0843	0.00324	0.1730
362	SM	400-300	1.269	15.790	44.851	0.457	0.164	3.313	27.196	0.755	5.094	0.01240	0.01270	0.0557	0.01250	0.0855	0.00303	0.1640
386	SM	400-300	2.965	13.110	31.367	0.471	0.192	1.915	44.092	1.046	4.604	0.01150	0.00952	0.0203	0.01590	0.0504	0.00201	0.0855
394	SM	400-300	1.390	16.476	44.468	0.468	0.152	3.057	26.412	0.957	6.184	0.01450	0.01700	0.0635	0.01320	0.0656	0.00341	0.1860
416	SM	400-300	1.504	12.493	36.613	0.364	0.123	2.391	41.147	0.684	4.387	0.01040	0.01040	0.0503	0.01670	0.0756	0.00299	0.0561
426	SM	400-300	1.380	15.811	34.989	0.432	0.093	1.926	39.248	1.044	4.799	0.01530	0.01020	0.0268	0.01520	0.0366	0.00319	0.1040
470	SM	1200-800	0.853	12.519	30.278	0.497	0.098	1.644	44.603	1.369	7.685	0.01590	0.00990	0.0370	0.02420	0.1080	0.00508	0.0619

Anexo II

475	SM	1200-800	0.999	15.262	38.673	0.454	0.085	2.417	36.681	0.814	4.366	0.00940	0.01550	0.0269	0.01460	0.0612	0.00055	0.1000
495	SM	1200-800	1.131	15.480	37.740	0.613	0.145	2.335	37.535	0.726	4.045	0.01180	0.01240	0.0254	0.01150	0.0627	0.00186	0.0796
625	SM	1200-800	1.012	20.190	57.352	0.438	0.052	2.386	11.341	1.000	6.031	0.01440	0.01540	0.0284	0.01530	0.0499	0.00205	0.0517
627	SM	1200-800	1.420	10.107	31.899	0.909	0.058	1.659	48.888	0.588	4.343	0.01740	0.00901	0.0165	0.00980	0.0000	0.00196	0.0000
634	SM	1200-800	1.617	12.931	42.924	0.517	0.061	2.397	32.711	0.939	5.646	0.01500	0.01170	0.0186	0.01790	0.0711	0.00164	0.0529
642	SM	400-300	1.221	12.994	36.427	0.478	0.164	2.649	39.583	0.729	4.464	0.00869	0.01230	0.0528	0.01650	0.1220	0.00163	0.1520
659	SM	400	1.628	15.763	45.636	0.605	0.139	2.926	25.472	0.816	5.729	0.01520	0.01630	0.0350	0.01490	0.0630	0.00382	0.2070
663	SM	400-300	1.336	13.886	37.198	0.390	0.111	2.413	38.975	0.717	4.444	0.00970	0.00892	0.0512	0.01470	0.0906	0.00205	0.2620
683	SM	800-500	1.360	13.300	40.550	0.619	0.367	2.674	34.037	0.744	5.962	0.01220	0.01190	0.0583	0.01700	0.1080	0.00240	0.0816
689	SM	400	1.311	14.447	37.991	0.610	0.270	2.493	35.439	0.676	5.173	0.01070	0.01360	0.0616	0.01470	0.1550	0.00176	0.1680
697	SM	400	1.470	13.374	41.352	0.453	0.087	2.507	34.575	0.749	5.077	0.01450	0.01190	0.0413	0.01930	0.1070	0.00338	0.0720
705	SM	400	1.244	17.351	44.725	0.479	0.090	1.546	25.202	1.338	7.253	0.01190	0.00902	0.0293	0.01900	0.0000	0.00255	0.0565
708	SM	400	1.465	13.130	34.765	0.481	0.206	2.280	41.243	0.650	4.613	0.00920	0.01260	0.0480	0.01450	0.0521	0.00137	0.2380
802	SM	400-300	1.527	11.609	29.744	0.710	0.182	2.086	49.470	0.642	3.519	0.01200	0.01050	0.0721	0.01510	0.2100	0.00299	0.0951
823	SM	400-300	1.430	12.048	35.451	0.379	0.121	2.247	42.839	0.790	4.321	0.00821	0.00980	0.0456	0.01440	0.0959	0.00287	0.1020
834	SM	400-300	1.095	9.267	26.543	0.908	0.349	2.039	53.646	0.653	4.125	0.01190	0.00878	0.0866	0.01750	0.1480	0.00000	0.0810
837	SM	400-300	1.641	12.527	34.926	0.704	0.123	2.187	40.745	0.771	5.325	0.01040	0.01300	0.0260	0.01470	0.0735	0.00223	0.0762

Muestra	Yacimiento	Cronología	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Zn	Rb	Sr	Zr	Ba	Y	Cl
CLG-33	CLG	1000-800	1.076	20.319	32.486	0.880	0.098	0.408	37.986	1.830	4.651	0.01420	0.00000	0.0512	0.03810	0.0434	0.00000	0.0391
CLG-154	CLG	1700	1.574	20.322	49.037	0.804	0.090	1.922	20.020	0.907	5.055	0.01730	0.01600	0.0176	0.01800	0.0469	0.00515	0.0301
CLG-2755	CLG	Foránea	1.168	19.424	64.188	0.597	0.045	3.569	3.131	0.800	5.639	0.00898	0.01900	0.0222	0.02410	0.0568	0.00414	0.0178
CLG-2430	CLG	1500	1.442	19.625	44.765	1.072	0.195	2.676	20.422	0.928	7.805	0.01340	0.01880	0.0271	0.01520	0.0503	0.00293	0.0780
CLG-2795	CLG	1700	1.539	22.867	48.983	2.955	0.163	2.591	13.456	1.037	5.085	0.02330	0.02770	0.0192	0.01660	0.0350	0.00307	0.0652
CLG-149	CLG	1700	1.170	19.785	50.807	3.029	0.132	2.453	15.755	1.211	5.290	0.02500	0.02380	0.0241	0.01110	0.0465	0.00000	0.0527
Arc. (UE18)	CLG	1000-800	1.218	2.599	6.954	8.264	0.243	0.374	78.605	0.181	1.100	0.01890	0.00517	0.0333	0.00868	0.0495	0.00000	0.0970
CLG-160	CLG	1700	1.396	19.420	43.681	1.132	0.108	1.900	25.471	0.868	5.627	0.01610	0.01570	0.0216	0.01380	0.0401	0.00411	0.0431
CLG-187	CLG	1000-800	1.143	16.424	40.084	1.329	0.075	1.234	34.167	1.151	4.145	0.01620	0.01490	0.0246	0.01470	0.0388	0.00000	0.0362
CLG-204	CLG	1500	1.834	12.864	38.956	1.412	0.039	1.518	36.847	0.766	5.558	0.01560	0.01070	0.0133	0.01440	0.0000	0.00000	0.0156
CLG-207	CLG	1500	1.036	15.815	38.749	0.685	0.079	1.764	35.678	0.846	5.127	0.01280	0.01190	0.0260	0.01410	0.0537	0.00163	0.0318
CLG-209	CLG	1000-800	1.305	16.083	34.784	0.920	0.144	1.679	37.187	0.776	6.838	0.01160	0.01730	0.0217	0.01050	0.0516	0.00181	0.0579
CLG-219	CLG	1500	0.932	15.423	30.937	1.169	0.291	1.380	43.729	0.858	5.039	0.01940	0.01280	0.0199	0.01070	0.0000	0.00422	0.1170
CLG-281	CLG	1000-800	1.182	15.993	35.500	0.518	0.133	1.182	41.203	0.847	3.299	0.02070	0.01030	0.0247	0.01500	0.0448	0.00540	0.0534

Anexo II

Muestra	Yacimiento	Cronología	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Zn	Rb	Sr	Zr	Ba	Y	Cl
CLG-1233	CLG	1000-800	2.451	12.615	41.421	0.799	0.055	1.574	35.122	0.745	5.084	0.01470	0.00857	0.0135	0.01310	0.0000	0.00000	0.0220
CLG-1594	CLG	1000-800	1.670	10.877	31.525	1.982	0.117	1.440	46.552	0.618	4.951	0.01510	0.01020	0.0240	0.00951	0.0446	0.00168	0.0469
CLG-2664	CLG	1000-800	1.051	12.706	29.593	1.008	0.126	1.320	49.444	0.736	3.814	0.01520	0.01220	0.0238	0.01510	0.0414	0.00237	0.0506
CLG-2758	CLG	1000-800	1.701	16.625	39.756	0.557	0.047	1.820	32.286	1.068	5.920	0.01960	0.01750	0.0158	0.01860	0.0568	0.00339	0.0187

Muestra	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Zn	Rb	Sr	Zr
TSF-240	0.7812	17.4168	65.6734	2.0685	5.8313	1.0452	6.0293	0.0103	0.0084	0.0072	0.0284
TSF-353	1.6827	16.7864	34.7978	2.8808	36.6017	0.9692	5.0346	0.0174	0.0082	0.0100	0.0135
TSF-242	3.2115	15.0515	39.2732	2.7730	28.6456	1.5090	8.0481	0.0133	0.0081	0.0165	0.0182
TSF-239	1.4164	24.5651	55.1958	3.8167	7.8820	0.9298	4.7573	0.0155	0.0149	0.0163	0.0161
TSF-352	1.4028	15.6259	37.7854	2.0133	34.8888	0.8703	5.7412	0.0144	0.0069	0.0139	0.0153
TSF-238	1.4811	15.2466	46.2500	2.2154	27.8795	0.7343	4.9536	0.0115	0.0054	0.0115	0.0143
TSF-237	2.7138	19.5480	56.3304	3.5463	8.3901	0.9623	7.2116	0.0123	0.0155	0.0248	0.0178
TSF-236	1.3652	16.3825	32.1156	2.6642	39.4321	0.9543	6.0706	0.0137	0.0099	0.0121	0.0139
TSF-234	1.3045	20.2415	59.3129	2.0423	6.3088	1.1655	8.4366	0.0155	0.0092	0.0114	0.0269
TSF-252	1.4285	17.5481	41.1303	1.9949	24.9245	1.5270	9.7777	0.0147	0.0078	0.0112	0.0177
TSF-326	2.3310	12.8911	40.3216	3.2968	33.4962	0.7856	5.5247	0.0120	0.0095	0.0252	0.0151
TSF-1579	1.4172	14.9189	40.1381	1.8601	28.8002	1.8095	9.5916	0.0127	0.0065	0.0096	0.0192
TSF-459	1.4974	18.8040	50.2485	3.4242	15.5539	1.2188	7.9163	0.0150	0.0113	0.0130	0.0221
TSF-1082	1.5789	9.9591	35.0996	2.0242	45.2341	0.4993	4.9660	0.0072	0.0085	0.0194	0.0115
TSF-1090	1.8609	12.0706	41.6033	2.0394	36.7980	0.6373	4.3082	0.0080	0.0102	0.0144	0.0159
TSF-1087	2.0060	12.4007	42.1779	2.3968	35.2742	0.6252	4.5591	0.0078	0.0092	0.0180	0.0151
TSF-1104	1.9079	11.2864	39.3680	2.1498	40.2144	0.5374	3.8831	0.0075	0.0086	0.0203	0.0120
TSF-1100	1.8372	13.4470	45.7377	2.8068	30.0836	0.6634	4.6312	0.0089	0.0096	0.0174	0.0157
TSF-1113	1.5876	15.2251	38.1278	1.0931	34.0938	1.1581	7.6646	0.0116	0.0068	0.0147	0.0151
TSF-1117	2.0010	11.3076	38.9455	2.1219	40.3958	0.5372	3.8005	0.0082	0.0091	0.0234	0.0128
TSF-208	1.1629	16.3559	44.1786	2.2758	29.5858	0.6752	5.2644	0.0106	0.0124	0.0230	0.0138
TSF-455	1.8770	12.8500	40.5189	2.5989	36.6206	0.5775	4.2002	0.0106	0.0105	0.0416	0.0127
TSF-450	1.9483	13.9968	47.4650	2.9882	27.3721	0.6574	4.5421	0.0097	0.0118	0.0331	0.0166
TSF-57	1.5815	22.5315	57.9211	2.2856	9.4242	0.9858	4.2138	0.0183	0.0117	0.0219	0.0170
TSF-467	1.3400	11.5778	36.3682	3.9531	41.1789	0.5226	3.0553	0.0133	0.0092	0.0271	0.0109
TSF-60	1.5639	14.5458	41.6030	2.6065	33.2621	0.5849	5.2767	0.0094	0.0118	0.0217	0.0117
TSF-464	2.9007	14.2191	56.2051	3.9813	15.0381	0.7166	5.2554	0.0133	0.0121	0.0130	0.0147
TSF-58	1.6126	13.2261	30.9081	1.3014	47.2179	0.7497	4.0739	0.0133	0.0075	0.0208	0.0117
TSF-229	1.9163	14.7085	46.3155	3.8078	26.6545	0.6346	4.6540	0.0114	0.0121	0.0345	0.0139
TSF-16	1.8585	15.0357	44.1118	2.2542	30.3231	0.6355	5.1078	0.0101	0.0115	0.0303	0.0150
TSF-264	2.0203	16.5174	52.6048	3.3190	17.7051	0.7770	5.7167	0.0122	0.0144	0.0274	0.0173
TSF-231	1.4541	19.2165	63.7586	3.4311	3.2533	0.9833	6.9251	0.0112	0.0169	0.0124	0.0231
TSF-265	1.8548	18.7142	60.1409	3.6873	6.4195	0.9107	6.7638	0.0141	0.0158	0.0139	0.0184
TSF-317	2.7272	14.2266	45.4824	3.1042	26.2161	0.9551	6.1959	0.0123	0.0097	0.0142	0.0199
TSF-256	2.4992	15.6371	52.5290	3.0959	17.0218	0.7430	6.9236	0.0151	0.0161	0.0177	0.0162
TSF-409	1.9098	12.6444	40.2548	2.6337	36.3729	0.5867	4.2190	0.0094	0.0120	0.0178	0.0134

Anexo II

Muestra	MgO	Al₂O₃	SiO₂	K₂O	CaO	TiO₂	Fe₂O₃	Zn	Rb	Sr	Zr
TSF-360	2.7739	13.2075	42.6088	4.6107	29.1639	0.8122	5.7853	0.0105	0.0116	0.0159	0.0131
TSF-235	3.6568	13.3741	38.9587	4.1299	31.7986	0.8183	5.9455	0.0111	0.0114	0.0160	0.0128
TSF-339	1.7375	18.3480	49.1365	2.2008	16.0777	1.7259	9.3593	0.0142	0.0093	0.0167	0.0250
TSF-43	1.2362	18.6714	67.4280	2.8455	3.2078	1.0764	4.9236	0.0086	0.0143	0.0169	0.0252
TSF-1120	1.8323	17.3268	44.5367	2.5881	24.2782	1.2483	7.5010	0.0126	0.0131	0.0250	0.0203
TSF-1310	2.1706	17.6836	43.1420	1.9744	22.4417	1.8517	9.8106	0.0118	0.0085	0.0251	0.0226
TSF-449	1.1185	18.0791	53.1415	2.4425	16.8578	0.8332	6.9737	0.0112	0.0154	0.0168	0.0189
TSF-553	1.8854	18.6174	53.4928	3.5339	15.8485	0.7650	5.0099	0.0097	0.0152	0.0328	0.0165

Tabla 9. Composición mineralógica de las muestras arcillosas no cerámicas analizadas mediante DRX (muestra total), semicuantificación realizada en base al Método RIR Normalizado.

Muestra	Localización	UE	Illita	Moscovita	Calcita	Feldespato K	Cuarzo	Plagioclasas	Dolomita	Aragonito	Munsell	Color
CLG-98-mc-1	naveta	Sector 2e, cuadro 9-8, nivel 3	43.3	24.7	1	3.8	26.4	0.8	0	0	10R-5.6	Rojo
CLG-97-mc-2	naveta	bolsa 356, cuadro 2-9, sector 2c, nivel 3b	41.9	25.7	1.9	3.7	25.6	1.2	0	0	5YR-6.4	marrón claro
CLG-97-mc-3	naveta	bolsa 708b, sector 2c, cuadro 2.7, nivel 3	45	17.2	5.2	3.9	27.4	1.3	0	0	2.5YR-6.6	Rojo
CLG-96-mc-4	naveta	sector 2c, cuadro 10.8, nivel 3, n° 46	43.5	25.5	1.6	3.6	25	0.8	0	0	2.5YR-5.6	Rojo
CLG-96-mc-5	naveta	bolsa 641b, sector 2c, cuadro 4.8, nivel 3, n° 10101	42.9	21.8	2	5.6	26.1	1.6	0	0	10R-5.6	Rojo
CLG-97-mc-6	naveta	bolsa 658-A, cuadro 9.7, sector 2B, n° 10553, nivel 3	43.1	25	1.9	3.6	24.8	1.6	0	0	2.5YR-5.6	Rojo
SM-08-157	poblado	293, Conjunto 157	14.3	7.7	70.3	0.7	6.7	0.3	0	0	7.5YR-7.4	Rosado
SM-08-160	poblado	290, Conjunto 160	19.9	7.7	59.6	2.3	9	1.5	0	0	7.5YR-7.4	Rosado
SM-08-163	poblado	293, Conjunto 163	8.4	3.8	82.5	1.6	3.1	0.6	0	0	7.5YR-7.2	rosa-gris
SM-08-198	poblado	293, Conjunto 198	4.7	1.7	91.8	0.9	0.5	0.4	0	0	7.5YR-7.1	gris claro

Anexo II

Muestra	Localización	UE	Illita	Moscovita	Calcita	Feldespatos K	Cuarzo	Plagioclasas	Dolomita	Aragonito	Munsell	Color
SM-08-199	poblado	293, Conjunto 199	22.3	12.7	51	1.9	11.4	0.7	0	0	7.5YR-8.4	Rosado
SM-08-207	poblado	297, Conjunto 207	11.9	3.6	77.3	1.5	5.4	0.3	0	0	7.5YR-8.4	Rosado
CLG-Ue18	cista	18	9.3	3.3	82.7	-	2.5	0	0	0	10YR-5.1	Gris oscuro
TSB-4/43	sector 4	-	27.5	16.3	36.4	2.8	13	1.2	2.8	0	7.5YR-7.4	Rosado, rojizo
TSB-8/33	sector 8	-	29.8	17.7	34.2	3	14	1.3	0	0	7.5YR-6.3	Marrón claro
TSB-1	sector 1	-	4.4	1.6	86	1.6	0.5	0.7	0	5.2	10YR-8.4	Rosa, marrón muy claro
TSB-8/77	sector 8	-	20.6	13.4	53.5	1.5	10.3	0.7	0	0	5YR-7.4	Rosado
TSB-8/78	sector 9	-	20.6	13.4	55.5	1.5	10.3	0.7	0	0	5YR-7.5	Rosado
TSB-4/66	sector 4	-	13.9	8.1	68.2	0.6	7	0.9	1.3	0	7.5YR-6.3	Marrón claro
SM-99-1144	torre 1	7, Conjunto 1144	10.4	3	81.2	0.8	4.3	0.3	0	0	7.5YR-7.3	Rosado
SM-98-1151	torre 1	9, Conjunto 1151	13.1	3.1	75.5	1.7	5.4	1.2	0	0	7.5YR-7.4	Rosado
SM-98-594	torre 1	17, Conjunto 594	11.6	5.5	75.6	2.1	4.6	0.6	0	0	10YR-8.4	marrón muy claro

Muestra	Localización	UE	Illita	Moscovita	Calcita	Feldespato K	Cuarzo	Plagioclasas	Dolomita	Aragonito	Munsell	Color
SM-98-595	torre 1	17, Conjunto 595	10.2	3.7	79.8	2.3	3	1	0	0	10YR-8.4	marrón muy claro
TSB-Pica	Sector 2	-	4.7	1.7	91.1	0.9	1.2	0.4	0	0	-	Blanco

Tabla 10, 11, 12 y 13. Composición mineralógica de las muestras cerámicas analizadas mediante DRX (muestra total), semicuantificación realizada en base al Método RIR Normalizado.

Muestra	Illita	Moscovita	Filosilicatos	Montmorillonita	Calcita	Feldespato K	Cuarzo	Plagioclasas	Dolomita	Hematites	Aragonito
TSB-1/294	39.2	19.9	59.1*	0	17.3	4.8	16.9	1.9	0	0	0
TSB-1/295	22.7	11	33.7	0	52.4	3.5	9.5	0.9	0	0	0
TSB-1/296	25.4	13.1	38.5	0	47.5	2.6	10.4	1	0	0	0
TSB-1/296*	14.5	6.5	21	0	70.5	2	5.6	0.9	0	0	0
TSB-1/297	16.3	10	26.3*	0	63.5	1.8	7.9	0.5	0	0	0
TSB-1/299	27.2	14.9	42.1	0	41.2	2.4	13.4	0.9	0	0	0
TSB-1/300	35.5	19.9	55.4*	0	23.8	2	18.4	0.6	0	0	0
TSB-1/303	13	7.4	20.4	0	72.4	0.7	6.4	0.3	0	0	0
TSB-17/23	44.9	25.1	70	0	2	1.8	25.8	0.4	0	0	0
TSB-17/25	22.3	12.3	34.6	0	51.7	1.9	10.7	1.1	0	0	0

Anexo II

Muestra	Illita	Moscovita	Filosilicatos	Montmorillonita	Calcita	Feldespato K	Cuarzo	Plagioclasas	Dolomita	Hematites	Aragonito
TSB-17/25*	25	9.9	34.9	0	51.6	5.8	5.7	2	0	0	0
TSB-17/29	33.6	19.6	53.2	0	27.5	1.9	16.6	0.9	0	0	0
TSB-2/40	35.1	17.5	52.6	0	27.3	2.3	17.5	0.4	0	0	0
TSB-2/41	26.4	15.2	41.6*	0	42	2	13.7	0.9	0	0	0
TSB-2/42	21.1	11.6	32.7	0	54.5	1.6	10.3	0.7	0	0	0
TSB-5/19	34.9	17.1	52	0	28	4.1	14.3	1.6	0	0	0
TSB-5/20	20.9	11.5	32.4	0	54.3	2.6	9.8	0.9	0	0	0
TSB-6/61	22.4	7.5	29.9	0	54.4	2.6	9.1	0.9	3.1	0	0
TSB-6/65	21.3	10.7	32*	7.9	46.2	4.8	7.7	1.4	0	0	0
TSB-6/66	11.5	6.2	17.7	0	73.7	1.4	5.6	0.6	0	0	0
TSB-6/72	28.1	14.4	42.5	0	42	2.6	12.1	0.8	0	0	0
TSB-6/73	41.2	23.4	64.6	0	6.8	4	22.5	2.1	0	0	0
TSB-6/79	4.6	2.5	7.1	0	89.7	0.9	1.9	0.4	0	0	0
TSB-6/80	35.9	13.9	49.8	0	27.1	6.7	9.8	2.7	0	3.9	0
TSB-6/81	33.4	16.5	49.9*	0	33.1	3.1	12.7	1.2	0	0	0
TSB-6/82	21.8	9.4	31.2	0	56.5	3.2	8.1	1	0	0	0

Muestra	Illita	Moscovita	Filosilicatos	Montmorillonita	Calcita	Feldespato K	Cuarzo	Plagioclasas	Dolomita	Hematites	Aragonito
TSB-6/87	13.1	6.7	19.8	0	72.6	1.4	5.6	0.6	0	0	0
TSB-7/10	34.2	16.6	50.8	0	26.9	4.5	14.8	3	0	0	0
TSB-7/159	47.5	21.8	69.3	0	1	2	27.3	0.4	0	0	0
TSB-7/32	28.9	6.3	35.2	0	49.3	2.3	12	1.2	0	0	0
TSB-7/33	41.9	19.1	61	0	13	2.5	22.8	0.7	0	0	0
TSB-8/32	32.7	17.1	49.8	0	31	2.8	15.4	1	0	0	0
TSB-8/34	4.6	2.5	7.1	0	89.5	0.9	2.2	0.3	0	0	0
TSB-8/65	25.4	11	36.4	0	48.9	4.7	8.3	1.7	0	0	0
TSB-9/88	11.4	6.8	18.2*	0	74.2	1.4	5.9	0.3	0	0	0
TSB-9/14	25.1	9.5	34.6	0	51.4	6.9	4.9	2.2	0	0	0
TSB-9/80	23.3	10.4	33.7	0	53.8	3.6	7.7	1.2	0	0	0
TSB-9/81	8.6	3.1	11.7	0	83.5	1.5	2.9	0.4	0	0	0
TSB-9/84	8.6	3.9	12.5	0	83.1	0.7	3.3	0.4	0	0	0
TSB-9/90	14.4	7.8	22.2*	0	69.8	1.3	6.1	0.6	0	0	0
TSB-9/91	19.6	10.9	30.5*	0	58.7	1.1	9.2	0.5	0	0	0

Anexo II

Muestra	Illita	Moscovita	Filosilicatos	Montmorillonita	Calcita	Feldespatos K	Cuarzo	Plagioclasas	Dolomita
SM-138	13.3	6.2	19.5	0	73.8	0.7	5.7	0.3	0
SM-180	20	11.3	31.3	0	55.7	1.6	10.7	0.7	0
SM-181	29.3	15.6	44.9	0	35.8	2.3	16	1	0
SM-198	8.5	3.8	12.3	0	82.5	1.5	2.9	0.8	0
SM-238	6.6	3.9	10.5*	0	84.9	0.8	3.4	0.4	0
SM-245	14	8.2	22.2	0	68.3	1.3	7.6	0.6	0
SM-246	27.9	14.5	42.4*	0	42.2	2.5	11.6	1.3	0
SM-248	10.1	5.1	15.2*	0	78.8	1.5	4.2	0.3	0
SM-280	11.6	6.2	17.8	0	74.9	1.4	5.6	0.3	0
SM-293	29	14.8	43.8*	0	39.5	3.1	12.6	1	0
SM-325	6.7	3.2	9.9	0	86.2	0.7	2.8	0.4	0
SM-349	18.8	11	29.8	0	56.4	2.7	9.7	1.4	0
SM-P-36	45.3	21.5	66.8*	0	3.8	3.6	24.6	1.2	0
SM-362	18.5	10	28.5*	0	60	2.3	8.4	0.8	0
SM-386	2.5	0.9	3.4	0	95	0.9	0.3	0.4	0
SM-394	24.2	24	48.2*	0	38.8	2.4	10.3	0.3	0

Muestra	Illita	Moscovita	Filosilicatos	Montmorillonita	Calcita	Feldespatos K	Cuarzo	Plagioclasas	Dolomita
SM-416	20.2	11.4	31.6	0	56.2	1.1	10.6	0.5	0
SM-426	9.9	5.7	15.6	0	76.6	1.5	5.3	0.3	0.7
SM-470	6.7	3.2	9.9	0	86.6	0.8	2.3	0.4	0
SM-471	13	6.7	19.7*	0	72.8	1.4	5.8	0.3	0
SM-475	6.6	3.9	10.5*	0	85.1	0.8	3.2	0.4	0
SM-495	24.1	8.7	32.8	0	49.7	8.9	5.6	3	0
SM-625	37.7	21	58.7*	0	19.3	2.1	19.3	0.6	0
SM-627	2.4	0.9	3.3	0	94.9	0.9	0.5	0.4	0
SM-634	8.5	3.8	12.3*	0	82.9	0.8	3.6	0.4	0
SM-642	13	6.7	19.7*	0	71.3	1.4	6.2	1.4	0
SM-659	27.8	15.3	43.1	0	39.6	2.5	13.7	1.1	0
SM-663	8.6	3.1	11.7	0	83.1	0.8	4	0.4	0
SM-665	10.2	4.4	14.6*	0	79.4	0.8	4.5	0.7	0
SM-683	13	7.4	20.4	0	72.1	0.7	6.5	0.3	0
SM-689	17.8	8.7	26.5*	0	63	1.2	8.8	0.5	0
SM-697	8.4	5.3	13.7	0	81.1	0.8	4.1	0.3	0

Anexo II

Muestra	Illita	Moscovita	Filosilicatos	Montmorillonita	Calcita	Feldespato K	Cuarzo	Plagioclasas	Dolomita
SM-705	23	12.9	35.9	0	49.7	1.9	11.9	0.6	0
SM-708	18.4	9.4	27.8	0	59.7	3.4	8.3	0.8	0
SM-802	6.8	2.4	9.2	0	87.5	0.8	2.1	0.4	0
SM-823	15.4	8	23.4	0	66.4	1.8	7.8	0.6	0
SM-834	2.4	1.7	4.1	0	93.3	0.9	1.3	0.4	0
SM-837	4.7	1.7	6.4	0	90.4	0.9	1.9	0.4	0
SM-1	15.4	7.4	22.8	0	66.7	3.2	6.4	0.9	0
SM-2	6.6	3.2	9.8	0	85.8	0.8	3.2	0.4	0
SM-103	6.8	2.4	9.2	0	87.3	0.8	2.3	0.4	
SM-1351	4.6	2.5	7.1	0	89.2	0.9	2.4	0.4	0

Muestra	Illita	Moscovita	Caolinita	Calcita	Feldespato K	Cuarzo	Plagioclasas	Dolomita	Hematites
TSF-1154	40.8	22.4	0	12.3	2.9	20.1	1.5	0	0
TSF-1578	16.4	8.3	0	63.9	2.4	6.5	1.1	0	1.4
TSF-867	8.5	4.6	0	82.2	0.8	3.5	0.4	0	0
TSF-3	16.1	4.5	0	69.6	1.3	8.2	0.3	0	0
TSF-10	21.4	7.2	0	60	1.1	9.8	0.5	0	0
TSF-102	10.4	2.3	0	81	0.8	5.2	0.3	0	0
TSF-1156	12	4.3	0	77.5	0.7	5.2	0.3	0	0
TSF-117	4.7	1.7	0	91.3	0.9	1	0.4	0	0
TSF-1205	27.3*	7	0	51.2	2.9	10.5	1.1	0	0
TSF-1260	35.9	8.2	0	32	3.5	19.5	0.9	0	0
TSF-1308	30.5	11.5	0	37.7	2.7	14.9	0.5	2.2	0
TSF-1370	19.9	8.8	0	60.2	1.1	9.5	0.5	0	0
TSF-1377	6.8	1.6	0	88	0.8	2.4	0.4	0	0
TSF-1404	19.3*	6.4	0	62.2	1.8	10	0.3	0	0
TSF-150	19.7	3.5	0	66.4	1.5	8.6	0.3	0	0
TSF-152	10.2	3.7	1.4	80	0.8	3.6	0.3	0	0

Anexo II

Muestra	Illita	Moscovita	Caolinita	Calcita	Feldespató K	Cuarzo	Plagioclasas	Dolomita	Hematites
TSF-1561	48.6	11.3	0	7.9	2.1	29.6	0.5	0	0
TSF-1564	46	18.9	0	7.8	3.3	22.6	1.4	0	0
TSF-1577	41	19.2	0	14.5	3	21.3	1	0	0
TSF-1581	13.1	2.4	0	76.8	0.8	6.5	0.4	0	0
TSF-1584	13	4.7	0	72.1	1.3	5.8	0.3	2.8	0
TSF-1587	12.1	2.9	0	78.7	0.8	5.2	0.3	0	0
TSF-2151	29.5	6.7	0	44.1	2	13.9	0.7	3.1	0
TSF-2180	17.4	5	0	67.7	1.3	8.3	0.3	0	0
TSF-38	18.5	4.8	0	65.4	1.9	9.1	0.3	0	0
TSF-47	41.1	14	0	17.1	4	22.4	1.4	0	0
TSF-62	13.5	3.5	0	75.2	0.7	6.8	0.3	0	0
TSF-847	8.7	3.1	0	84	1.6	2.2	0.4	0	0

Muestra	Filosilicatos*	Calcita	Cuarzo	K Feld	Plagioclasas	Gehlenita	Anortita	Hematites
CLG-G1233	23.3	70.3	9.9	1	0.4	-		
CLG-G149	48.8	33.4	11.4	2.5	2.5	-		
CLG-G154	63.3	21.4	15.2	2.6	0.8	-		
CLG-G1594	31.1	64.1	4.8	0.9	0.4	-		
CLG-G160	35.2	54.7	10.1	1.1	0.5	-		
CLG-G187	16.1	79.6	4.2	0.9	0.4	-		
CLG-G204	24.3	71.2	4.6	0.9	0.4	-		
CLG-G205	27.9	63.9	8.2	0.9	0.4	-		
CLG-G207	16.0	78.9	5.1	0.9	0.4	-		
CLG-G209	14.2	83.1	2.7	1	0.5	-		
CLG-G219	12.0	86.2	1.8	1	0.5	-		
CLG-G2430	57.8	12.2	9.6	5.7	6.5	4.1	15.4	1.3
CLG-G2664	12.0	86.2	1.8	1	0.5	-		
CLG-G2755	72.9	.0	19.5	6.6	1.2	-		
CLG-G281	12.1	87.0	0.9	1	0.5	-		
CLG-G2795	44.7	6.8	8.8	5.6	5.5	3.5	12.1	2.5
CLG-G33	28.3	68.1	3.6	1.7	0.8	-		
CLG-G9758	30.6	63.9	5.5	0.9	0.4	-		

* Se contabilizan de manera conjunta los minerales de la arcilla detectados (ilita y moscovita).

Tabla 14, 15, 16 y 17. Análisis textural realizado mediante Análisis de Imagen (% en volumen).

Muestra	% min	% <300 µm	% 300-800 µm	% > 800 µm	crono	% matriz	% 50-85 µm	% 85-150 µm	% 150-260 µm	% 260-450 µm	% 450-770 µm	% 770-1340 µm	% 1340-2310 µm
CLG-149	4.1	17.0	83.0	0.0	BA	95.9	0.6	4.4	12.0	48.3	34.7	0.0	0.0
CLG-154	2.6	42.6	50.3	7.1	BA	97.4	2.8	10.5	29.4	38.2	12.1	7.1	0.0
CLG-160	5.1	23.0	59.8	17.2	BA	94.9	3.0	7.4	12.6	36.9	23.0	17.2	0.0
CLG-204	14.0	8.8	37.7	53.5	BM	86.0	1.2	1.6	6.0	18.1	19.6	35.3	18.3
CLG-219	27.0	12.3	30.5	57.3	BM	73.0	1.6	3.6	7.1	9.4	21.1	35.2	22.1
CLG-281	17.2	8.3	27.4	64.3	BF	82.8	1.4	2.4	4.6	6.6	20.8	47.0	17.3
CLG-1233	12.3	10.5	37.7	51.9	BF	87.7	1.4	2.4	6.7	19.2	18.4	21.9	29.9
CLG-1594	17.5	25.2	49.3	25.5	BF	82.5	5.6	8.2	11.4	18.2	31.2	11.1	14.4
CLG-2664	19.1	13.9	35.0	51.1	BF	80.9	1.8	5.1	6.9	13.5	21.5	42.6	8.5
CLG-2755	3.9	20.4	39.0	40.6	Ind.	96.1	1.8	2.8	15.9	22.6	16.4	0.0	40.6
CLG-2795	8.3	8.9	64.2	26.9	BA	91.7	1.5	1.9	5.6	12.2	52.0	26.9	0.0

Muestra	% veg	% min	% <300 µm	% 300-800 µm	% > 800 µm	% matriz	% 50-85 µm	% 85-150 µm	% 150-260 µm	% 260-450 µm	% 450-770 µm	% 770-1340 µm	% 1340-2310 µm
SM-103	1.3	23.7	19.6	57.1	23.4	75.0	3.0	6.3	10.4	24.6	32.4	23.4	0.0
SM-138	2.4	5.6	32.3	59.0	8.7	92.0	4.9	10.1	17.3	26.8	32.2	4.8	3.9
SM-140	3.5	16.8	26.5	54.6	18.9	79.7	4.6	9.5	12.4	31.8	22.8	18.9	0.0
SM-180	0.8	16.2	32.8	57.9	9.3	83.0	4.8	10.3	17.8	27.2	30.7	3.9	5.4
SM-181	5.2	12.2	28.9	63.0	8.2	82.6	4.5	9.2	15.2	26.8	36.2	5.2	3.0
SM-198	2.2	4.9	15.3	79.0	5.7	92.9	2.4	4.4	8.5	40.8	38.2	5.7	0.0
SM-238	4.9	6.9	17.0	65.1	18.0	88.2	1.6	5.2	10.2	29.6	35.5	18.0	0.0
SM-246	7.8	4.2	32.9	64.4	2.7	88.0	3.9	9.9	19.1	43.7	20.7	2.7	0.0
SM-280	1.6	5.1	40.2	59.8	0.0	93.4	6.8	9.5	24.0	33.9	25.8	0.0	0.0
SM-284	2.3	15.7	24.2	65.0	10.8	82.0	4.6	6.6	13.1	25.8	39.2	10.8	0.0
SM-293	10.2	4.4	67.1	27.7	5.2	85.3	12.3	26.0	28.9	27.7	0.0	5.2	0.0
SM-3	7.9	7.8	40.2	54.5	5.3	84.4	5.1	12.1	23.1	30.9	23.6	5.3	0.0
SM-325	1.1	10.4	17.4	51.6	31.0	88.5	2.2	5.7	9.5	25.2	26.4	16.6	14.4
SM-36	6.4	3.1	64.0	36.0	0.0	90.5	13.3	22.8	28.0	18.6	17.4	0.0	0.0
SM-362	9.7	2.5	11.7	35.9	52.4	87.8	0.0	0.0	11.7	13.9	21.9	52.4	0.0
SM-386	1.6	21.0	12.2	58.0	29.8	77.4	2.4	3.6	6.2	21.5	36.5	19.3	10.5
SM-394	4.7	2.9	66.1	33.9	0.0	92.4	8.3	16.5	41.4	23.5	10.4	0.0	0.0

Anexo II

Muestra	% veg	% min	% <300 µm	% 300-800 µm	% > 800 µm	% matriz	% 50-85 µm	% 85-150 µm	% 150-260 µm	% 260-450 µm	% 450-770 µm	% 770-1340 µm	% 1340-2310 µm
SM-416	5.7	6.7	17.8	59.9	22.3	87.6	3.2	5.8	8.9	25.9	34.0	22.3	0.0
SM-426	3.4	12.3	28.2	66.5	5.3	84.3	3.1	7.8	17.4	30.9	35.6	5.3	0.0
SM-468	0.0	28.0	18.5	45.4	36.1	72.0	2.5	5.7	10.3	18.4	26.9	20.9	15.2
SM-470	0.0	8.6	29.1	45.6	25.2	91.4	4.7	7.7	16.8	21.0	24.6	25.2	0.0
SM-471	0.0	2.9	26.8	25.1	48.1	97.1	4.2	5.0	17.6	17.0	8.1	48.1	0.0
SM-472	0.0	18.3	21.8	54.4	23.9	81.7	3.0	7.5	11.3	22.2	32.2	16.1	7.8
SM-473	0.0	22.4	20.8	51.4	27.8	77.6	2.6	6.3	11.8	19.0	32.4	27.8	0.0
SM-475	0.0	12.1	22.6	55.7	21.7	87.9	3.6	7.0	12.0	21.8	33.9	18.5	3.2
SM-484	0.0	17.2	22.4	56.9	20.7	82.8	2.7	7.1	12.5	21.4	35.6	12.1	8.7
SM-495	0.0	14.5	13.6	53.2	33.2	85.5	1.7	3.6	8.3	24.8	28.4	33.2	0.0
SM-625	0.0	17.5	14.4	17.0	68.7	82.5	2.2	3.4	8.7	13.7	3.3	29.4	39.3
SM-627	0.0	19.2	17.6	64.7	17.7	80.8	0.0	2.2	15.4	26.4	38.4	17.7	0.0
SM-634	0.0	14.9	13.0	31.1	55.9	85.1	1.5	3.3	8.2	13.9	17.2	33.4	22.5
SM-642	7.5	2.0	43.8	56.2	0.0	90.5	5.4	15.5	22.9	41.5	14.7	0.0	0.0
SM-659	4.4	3.9	24.4	56.7	18.9	91.7	3.9	7.9	12.6	22.2	34.5	16.1	2.8
SM-660	5.0	16.8	22.9	68.8	8.3	78.2	3.6	7.2	12.1	26.4	42.4	8.3	0.0
SM-661	3.7	22.3	23.6	46.9	29.6	74.0	3.4	7.4	12.8	23.9	23.0	29.6	0.0

Muestra	% veg	% min	% <300 µm	% 300-800 µm	% > 800 µm	% matriz	% 50-85 µm	% 85-150 µm	% 150-260 µm	% 260-450 µm	% 450-770 µm	% 770-1340 µm	% 1340-2310 µm
SM-663	3.3	3.4	10.7	58.5	30.8	93.3	1.0	3.8	5.9	15.1	43.4	30.8	0.0
SM-665	3.6	14.3	25.2	63.2	11.7	82.1	3.1	6.6	15.5	27.7	35.5	11.7	0.0
SM-683	0	8.3	28.8	68.4	2.8	91.7	5.6	7.5	15.7	15.7	52.7	2.8	0.0
SM-697	5.8	11.4	15.4	43.8	40.8	82.8	1.8	4.0	9.6	16.4	27.4	40.8	0.0
SM-705	2.9	7.6	43.8	56.2	0.0	89.5	6.1	9.8	27.8	37.0	19.3	0.0	0.0
SM-708	5.1	8.6	21.0	79.0	0.0	86.3	2.3	4.3	14.4	42.4	36.6	0.0	0.0
SM-796	0.0	21.8	28.7	58.1	13.2	78.2	4.2	10.5	14.0	26.0	32.1	13.2	0.0
SM-823	6.4	9.0	28.9	43.2	28.0	84.5	0.5	4.9	23.5	22.4	20.8	28.0	0.0
SM-834	0.7	9.3	31.2	51.7	17.1	90.0	7.0	10.5	13.7	16.6	35.1	17.1	0.0
SM-837	2.7	13.8	18.1	46.9	35.0	83.5	3.7	6.5	8.0	20.6	26.4	35.0	0.0
SM-1351	0.0	15.5	32.4	54.5	13.1	84.5	4.6	10.1	17.8	26.7	27.8	5.5	7.6
SM-970	3.6	21.4	24.3	42.0	33.8	75.1	4.3	8.3	11.7	15.4	26.6	27.5	6.3
SM-971	5.7	18.6	19.1	35.1	45.8	75.7	3.5	5.7	9.9	13.9	21.2	23.3	22.5
SM-1125	3.3	17.0	40.4	47.8	11.8	79.7	6.3	11.3	22.8	24.9	22.9	11.8	0.0

Anexo II

Muestra	% veg	% min	% <300 µm	% 300-800 µm	% > 800 µm	% matriz	% 50-85 µm	% 85-150 µm	% 150-260 µm	% 260-450 µm	% 450-770 µm	% 770-1340 µm	% 1340-2310 µm
TSB-1-294	0.7	14.9	47.5	52.5	0.0	84.3	17.3	17.6	12.5	17.3	35.2	0.0	0.0
TSB-1-295	6.5	3.8	21.3	36.9	41.9	89.7	3.4	6.5	11.3	16.2	20.6	17.7	24.1
TSB-1-296	11.6	2.5	28.5	45.3	26.2	85.9	5.5	9.6	13.4	17.7	27.6	19.0	7.2
TSB-1-297	2.3	11.6	43.3	56.7	0.0	86.1	10.2	14.0	19.1	32.3	24.4	0.0	0.0
TSB-1-299	4.5	4.5	8.8	23.7	67.0	91.1	0.0	1.1	7.7	10.4	13.3	39.9	27.1
TSB-1-300	1.0	9.4	66.3	33.7	0.0	89.6	18.2	25.7	22.4	33.7	0.0	0.0	0.0
TSB-1-303	5.3	7.0	27.8	57.3	14.9	87.8	7.0	8.9	11.9	32.9	24.5	14.9	0.0
TSB-2-40	3.0	5.8	54.0	46.0	0.0	91.2	13.1	19.7	21.2	21.0	25.0	0.0	0.0
TSB-2-41	1.5	17.3	55.5	44.5	0.0	81.2	10.2	18.6	26.7	44.5	0.0	0.0	0.0
TSB-2-42	2.0	5.0	39.7	60.3	0.0	93.0	5.0	9.8	25.0	28.8	31.5	0.0	0.0
TSB-5-19	2.2	11.7	42.2	33.6	24.3	86.1	3.8	12.5	25.8	20.8	12.8	24.3	0.0
TSB-5-20	7.9	6.8	27.8	38.7	33.6	85.3	5.3	11.1	11.4	20.4	18.3	13.9	19.7
TSB-6-65	0.7	6.2	33.4	66.6	0.0	93.1	2.5	16.4	14.4	31.1	35.5	0.0	0.0
TSB-6-66	7.8	4.7	30.3	46.4	23.4	87.5	3.7	7.3	19.3	28.5	17.9	23.4	0.0
TSB-6-72	2.9	4.7	16.2	54.5	29.3	92.4	0.7	6.4	9.2	21.4	33.1	29.3	0.0
TSB-6-73	0.5	0.0	92.4	7.6	0.0	99.5	30.0	31.8	30.6	7.6	0.0	0.0	0.0
TSB-6-79	16.7	5.3	19.5	34.6	45.9	78.1	3.2	5.8	10.4	13.7	20.9	36.4	9.6

TSB-6-80	2.7	13.8	50.6	49.5	0.0	83.5	13.9	23.0	13.7	23.2	26.3	0.0	0.0
TSB-6-81	1.3	3.4	72.8	27.2	0.0	95.3	29.9	17.7	25.3	27.2	0.0	0.0	0.0
TSB-6-82	8.7	7.8	18.8	28.4	52.8	83.4	4.1	6.9	7.8	13.6	14.8	52.8	0.0
TSB-6-87	3.6	8.7	31.2	68.8	0.0	87.7	3.8	10.4	17.0	38.2	30.6	0.0	0.0
TSB-7-10	5.1	7.3	27.0	20.3	52.7	87.7	5.9	9.7	11.4	13.2	7.1	52.7	0.0
TSB-7-159	1.1	21.1	60.8	39.2	0.0	77.8	18.6	24.9	17.4	5.2	34.0	0.0	0.0
TSB-7-32	4.6	10.9	34.4	33.7	32.0	84.5	4.0	9.6	20.8	24.3	9.3	5.1	26.9
TSB-7-33	1.3	14.5	91.6	8.4	0.0	84.1	37.2	38.8	15.6	8.4	0.0	0.0	0.0
TSB-8-32	4.1	9.4	38.9	59.3	1.8	86.5	7.2	10.8	20.9	25.4	33.9	1.8	0.0
TSB-8-34	8.9	2.3	26.4	63.5	10.1	88.8	4.3	7.7	14.3	31.2	32.4	10.1	0.0
TSB-8-65	2.5	12.2	54.7	45.3	0.0	85.3	19.7	19.1	16.0	43.3	2.0	0.0	0.0
TSB-9-14	2.2	13.8	51.3	48.7	0.0	84.0	9.3	14.7	27.4	16.6	32.1	0.0	0.0
TSB-9-80	10.6	3.2	27.9	50.8	21.4	86.2	4.3	9.2	14.3	21.7	29.1	21.4	0.0
TSB-9-81	4.6	11.9	77.5	22.5	0.0	83.5	24.3	27.0	26.2	13.7	8.9	0.0	0.0
TSB-9-84	4.9	7.2	19.2	50.0	30.7	87.9	3.6	6.8	8.9	18.8	31.3	30.7	0.0
TSB-9-90	2.7	7.6	18.9	51.6	29.5	89.7	0.0	5.3	13.6	18.0	33.6	29.5	0.0
TSB-9-91	1.7	14.5	18.3	62.9	18.8	83.8	2.9	4.5	10.9	30.3	32.6	18.8	0.0
TSB-17-23	4.5	1.3	40.0	45.0	15.0	94.2	7.2	16.3	16.6	24.7	20.3	15.0	0.0

Anexo II

TSB-17-25	4.6	8.3	21.5	31.0	47.5	87.1	5.2	7.7	8.7	18.9	12.1	10.5	37.1
TSB-17-29	6.2	6.8	43.9	56.1	0.0	87.1	11.3	11.7	20.9	19.1	37.0	0.0	0.0

Muestra	% veg	% min	% <300 µm	% 300-800 µm	% > 800 µm	% matriz	% 50-85 µm	% 85-150 µm	% 150-260 µm	% 260-450 µm	% 450-770 µm	% 770-1340 µm	% 1340-2310 µm
TSF-3	21.7	0.0	21.6	39.5	38.9	78.3	3.3	7.4	10.9	17.9	21.5	28.0	11.0
TSF-62	7.2	1.2	47.4	52.6	0.0	91.6	7.2	16.6	23.6	41.3	11.3	0.0	0.0
TSF-102	10.0	0.9	16.0	39.3	44.7	89.1	2.9	3.6	9.4	16.0	23.3	40.3	4.4
TSF-150	19.7	0.0	20.6	38.7	40.7	80.3	3.2	6.1	11.3	19.1	19.6	29.2	11.5
TSF-847	14.7	0.0	11.9	32.7	55.4	85.3	2.7	4.5	4.7	11.9	20.8	39.4	16.0
TSF-867	14.7	7.6	23.6	46.9	29.5	77.7	3.1	7.4	13.1	17.0	29.9	5.4	24.1
TSF-1154	11.8	0.0	42.5	57.6	0.0	88.2	6.0	14.0	22.5	29.0	28.6	0.0	0.0
TSF-1377	8.5	0.0	33.8	58.5	7.7	91.5	5.2	11.3	17.4	27.0	31.5	7.7	0.0
TSF-1404	19.7	3.3	9.0	39.6	51.3	77.0	1.2	2.4	5.4	11.2	28.4	10.7	40.6
TSF-47	4.9	10.5	34.7	57.8	7.5	84.6	7.8	8.9	18.0	29.5	28.3	7.5	0.0
TSF-50	2.3	12.0	56.1	34.1	9.8	85.7	13.2	18.5	24.5	22.4	11.7	9.8	0.0

Muestra	% veg	% min	% <300 µm	% 300-800 µm	% > 800 µm	% matriz	% 50-85 µm	% 85-150 µm	% 150-260 µm	% 260-450 µm	% 450-770 µm	% 770-1340 µm	% 1340-2310 µm
TSF-107	2.5	10.6	38.2	61.8	0.0	86.9	10.8	11.1	16.3	25.1	36.7	0.0	0.0
TSF-116	10.2	12.2	17.2	30.8	52.0	77.6	3.1	5.9	8.2	10.7	20.0	11.0	41.0
TSF-117	12.5	11.7	8.1	35.4	56.5	75.8	1.4	2.2	4.5	12.4	23.0	32.3	24.2
TSF-152	13.1	11.3	36.8	49.9	13.3	75.6	4.5	12.2	20.1	33.8	16.1	13.3	0.0
TSF-1374	6.8	11.3	26.8	73.2	0.0	81.9	5.3	8.9	12.6	25.7	47.5	0.0	0.0
TSF-1560	2.0	18.3	42.7	33.3	24.0	79.7	8.9	15.2	18.7	20.8	12.5	24.0	0.0
TSF-1561	1.7	19.3	30.2	69.8	0.0	79.0	4.7	7.3	18.2	17.6	52.2	0.0	0.0
TSF-1563	11.5	18.3	35.8	64.2	0.0	70.2	4.8	14.4	16.7	35.5	28.7	0.0	0.0
TSF-1564	3.3	5.0	59.7	40.3	0.0	91.7	7.7	19.0	33.0	33.1	7.2	0.0	0.0
TSF-1571	2.0	8.0	52.1	47.9	0.0	90.0	9.9	20.9	21.3	47.9	0.0	0.0	0.0
TSF-1573	9.9	9.0	9.9	34.5	55.6	81.1	1.6	3.2	5.0	11.9	22.6	37.3	18.3
TSF-1578	7.0	14.8	21.1	48.2	30.7	78.2	3.0	5.8	12.4	21.3	26.9	30.7	0.0
TSF-1581	1.3	13.0	51.8	48.2	0.0	85.7	7.6	8.2	36.0	16.4	31.8	0.0	0.0
TSF-1582	12.3	7.2	14.4	68.9	16.7	80.5	1.9	4.4	8.1	28.7	40.2	16.7	0.0
TSF-1584	6.5	11.6	19.2	47.7	33.1	81.9	3.2	6.2	9.8	17.5	30.2	24.0	9.1
TSF-1586	8.7	5.9	16.5	49.8	33.7	85.4	0.8	4.3	11.5	12.4	37.4	16.2	17.5

Anexo II

Muestra	% veg	% min	% <300 µm	% 300-800 µm	% > 800 µm	% matriz	% 50-85 µm	% 85-150 µm	% 150-260 µm	% 260-450 µm	% 450-770 µm	% 770-1340 µm	% 1340-2310 µm
TSF-1587	5.2	10.6	48.7	51.4	0.0	84.2	7.3	14.6	26.8	25.3	26.1	0.0	0.0
TSF-1577	12.8	3.5	-	-	-	83.7	-	-	-	-	-	-	-
TSF-2151	4.7	6.0	19.9	80.1	0.0	89.3	1.9	4.2	13.8	35.3	44.8	0.0	0.0
TSF-2180	0.8	10.4	85.9	14.1	0.0	88.8	26.2	25.8	34.0	14.1	0.0	0.0	0.0
TSF-1308	5.1	4.3	31.4	68.6	0.0	90.6	6.1	9.3	16.0	45.9	22.7	0.0	0.0
TSF-1205	2.3	5.0	20.6	40.5	38.9	92.7	0.6	5.1	14.9	18.3	22.3	38.9	0.0
TSF-1156	19.2	0.0	33.1	64.6	2.3	80.8	4.5	9.1	19.5	35.5	29.1	2.3	0.0
TSF-1260	2.7	6.0	31.3	68.7	0.0	91.3	3.5	5.5	22.2	30.7	38.0	0.0	0.0
TSF-45	3.2	5.6	43.8	56.2	0.0	91.2	10.8	16.4	16.7	45.4	10.8	0.0	0.0
TSF-1100	9.0	1.8	34.5	57.7	7.9	89.2	4.5	9.7	20.3	33.5	24.2	7.9	0.0

Tabla 18: Cuantificación de la composición química de las matrices y los engobes de las piezas mediante SEM-EDS (*w*t% normalizado al 100% tras extraer carbono y oxígeno).

Muestra	Capa	Si	Al	Ca	K	Fe	Ti	CLG-GG	Mg	Na
CLG-G149	M	47,97	22,72	10,98	3,76	9,65	1,51	0,49	2,03	-
CLG-G149	E	49,98	15,60	8,85	4,86	12,98	2,28	2,23	1,05	-
SM-625	M	49,11	22,05	8,97	4,31	11,54	2,52	-	1,50	-
SM-625	E	53,41	21,74	4,06	4,20	13,54	1,43	-	1,62	-
SM-642	M	39,89	12,86	31,85	5,08	8,28	-	-	2,03	-
SM-642	E	33,66	4,76	49,99	2,57	7,38	-	-	1,64	-
SM-325	M	37,11	13,95	32,69	2,32	7,63	-	0,56	2,46	1,66
SM-325	E	52,19	13,07	19,51	5,64	10,38	-	2,77	1,62	1,15
SM-659	M	33,29	12,32	37,43	5,26	7,70	-	1,60	1,60	0,8
SM-659	E	17,26	4,75	67,73	2,00	4,55	-	0,77	1,49	1,45
TSB-6/87	M	36,79	18,25	16,34	1,90	17,93	3,03	1,11	2,65	1,99
TSB-6/87	E	36,73	14,30	18,50	3,63	16,35	4,68	2,96	1,57	1,26

Tabla 19, 20, 21 y 22. Variables cualitativas relacionadas con la ordenación del desgrasante, presencia de materia orgánica grafitizada, tipología, Producciones, Fábricas y Grupos Texturales.

Muestra	Fábrica	Orientación	vegetal	Atmósfera	Grupo Textural	Producción
CLG-1233	1.2	S	N	r-O	B1	CLG-A1
CLG-149	12	N	N	o-R-O	C3	CLG-B1
CLG-205	1.2	S	N	O	-	-
CLG-154	12	N	N	o-R-o	C2	CLG-B2
CLG-1594	1.1	S	N	R	A3	CLG-A1
CLG-160	12	N	N	R	C3	CLG-B2
CLG-187	1.1	S	N	R	-	CLG-B2
CLG-204	1.2	N	N	O	A1	CLG-A1
CLG-207	1.1	S	N	R	-	CLG-B2
CLG-209	1	S	N	-	-	CLG-B2
CLG-219	1.1	S	N	o-R-o	A2	CLG-B2
CLG-2430	6	N	N	R	-	CLG-B1
CLG-2664	1.2	S	N	O-R-o	A2	CLG-B2

Anexo II

Muestra	Fábrica	Orientación	vegetal	Atmósfera	Grupo Textural	Producción
CLG-2755	13	N	N	o-R-O	C4	-
CLG-2795	6	N	N	O-r-O	C3	CLG-B1
CLG-281	1.1	S	N	R	-	CLG-B2
CLG-33	1.1	N	N	R	-	-
CLG-9758	1.2	S	N	O-r	-	CLG-B2

Muestra	FAMILIA	Forma básica	TIPO	Subtipo	Fábrica	Orientación	Vegetal	Atmósfera	Grupo Text.	Producción
SM-103	XV	2	32	-	1.2	N	N	O	A4	No analizada
SM-1125	-	-	-	-	1.2	S	N	O	A3	-
SM-138	II	4	7	7.8	1.2	S	N	O	C3	-
SM-140	II	4	7	7.1	14	N	N	O-r-O	A3	-
SM-180	VII	6	20	20.2	14	N	N	R	A3	-
SM-181	-	-	-	-	7	N	N	o-R-o	B2	-
SM-198	-	-	-	-	1.1	S	N	o-R-o	C3	SM-B1
SM-238	-	-	-	-	3.2	S	N	R	C3	-
SM-245	-	-	-	-	3	S		-	No analizada	SM-B1
SM-246	-	-	-	-	7	N	S	o-R-o	C3	SM-A1
SM-280	-	-	-	-	1.2	S	N	O	C3	-
SM-284	-	-	-	-	1.1	S	N	o-R-o	A3	SM-A1
SM-293	-	-	-	-	3	N	N	o-R-o	-	SM-A1
SM-325	-	-	-	-	1.2	S	N	O	B2	SM-A1
SM-349	-	-	-	-	3	S	N	o-R-o	No analizada	SM-B1
SM-362	-	-	-	-	7	N	S	o-R-o	C4	SM-A1
SM-386	-	-	-	-	1.2	S	S	O	A4	-
SM-394	-	-	-	-	3.1	N	N	o-R-o	C2	SM-A1
SM-416	I	7	1	-	3.1	S	N	R-o	C3	SM-A1
SM-426	-	-	-	-	1.2	S	N	O-R-o	B2	-
SM-468	-	-	-	-	1.2	S	N	O	D1	SM-A1
SM-470	-	-	-	-	1.1	S	N	o-R-o	C3	-
SM-471	-	-	-	-	1.1	S	N	o-R-o	C4	SM-A1
SM-472	-	-	-	-	1.1	S	S	o-R-o	A3	-
SM-473	-	-	-	-	1.1	S	N	o-R-o	A4	-
SM-475	-	-	-	-	1.1	S	N	o-R-o	B2	SM-A1
SM-484	-	-	-	-	1.1	S	N	R	A3	SM-A1

Anexo II

Muestra	FAMILIA	Forma básica	TIPO	Subtipo	Fábrica	Orientación	Vegetal	Atmósfera	Grupo Text.	Producción
SM-495	-	-	-	-	1.1	S	N	o-R-o	A1	SM-A1
SM-625	-	-	-	-	16	N	N	R-o	A2	-
SM-627	-	-	-	-	1.1	S	N	o-R-o	A3	-
SM-634	-	-	-	-	1.2	S	N	O-r-O	A1	SM-B1
SM-642	-	-	-	-	3.1	N	S	o-R-o	C2	SM-A1
SM-659	-	-	-	-	15	N	S	o-R-o	C3	SM-A1
SM-660	VI	2	18	-	3.3	S	N	o-R-o	A3	SM-A1
SM-661	IX	4	22	-	1.1	S	N	o-R-o	A4	SM-A1
SM-663	-	-	-	-	1.2	N	N	O-r-O	C4	SM-A1
SM-665	VIII	4	21	21.2	1.1	S	N	o-R-o	A3	SM-B1
SM-683	-	-	-	-	1.1	S	N	o-R-o	-	SM-A1
SM-689	-	-	-	-	3	S	N	O	No analizada	SM-A1
SM-697	-	-	-	-	3.2	S	N	O	B1	SM-A1
SM-705	-	-	-	-	1.1	S	N	o-R-o	C3	-
SM-708	-	-	-	-	3.1	S	N	o-R-o	C3	SM-A1
SM-796	V	2	14	-	1.1	S	N	o-R-o	A4	-
SM-802	-	-	-	-	3	S	N	O	No analizada	SM-A1
SM-823	-	-	-	-	3.1	S	N	O	C3	SM-A1
SM-834	-	-	-	-	1.2	S	S	O	C3	SM-B1
SM-837	-	-	-	-	1.1	S	N	o-R-o	A1	SM-A1
SM-970	-	-	-	-	1.1	S	N	o-R-o	A4	SM-A1
SM-971	-	-	-	-	3.3	S	S	o-R-o	A2	SM-A1
SM-36	-	-	-	-	-	N	N	R	C2	-
SM-3	-	-	-	-	3.1	S	N	O	C3	No analizada
SM-1351	XVII	4	33	-	1.1	S	N	R	A3	-

Muestra	FAMILIA	Forma básica	TIPO	Subtipo	Fábrica	Orientación	vegetal	Atmósfera	Grupo Text.	Producción
TSB-1/294	XI	5	25	-	2.1	N	S	o-R-o	C2	-
TSB-1/295	VII	6	20	20.1	2.2	S	N	o-R-o	C3	TSB-B1
TSB-1/296	XII	4	27	-	2.3	N	N	R-O	B2	TSB-B2
TSB-1/297	-	-	-	-	4	N	N	R-o	C2	-
TSB-1/299	II	4	7	7.3	3.1	S	N	o-R-o	C4	-
TSB-1/300	II	4	7	7.4	3.1	N	S	o-R-o	C2	-
TSB-1/303	XVI	-	-	-	2.2	S	N	o-R-o	C3	TSB-B1
TSB-17/23	VII	4	19	19.1	16	N	N	O	C3	-
TSB-17/25	VII	4	19	19.1	2	N	N	R	C4	TSB-A3
TSB-17/29	I	3	4	4.2	¿2.2?	S	N	o-R-o	C3	No analizada
TSB-2/40	II	4	7	7.7	2.1	N	N	o-R-o	C2	TSB-B2
TSB-2/41	II	4	7	7.4	3.1	N	S	o-R	C2	-
TSB-2/42	I	4	5	5.1	2.1	N	N	o-R-o	C2	TSB-B2
TSB-4/43	Pesa	-	-	-	-	-	-	-	No analizada	SM-A1
TSB-4/66	Adobe	-	-	-	-	-	-	-	No analizada	-
TSB-5/19	XII	5	29	-	3.1	N	N	R	C2	-
TSB-5/20	VIII	4	21	21.1	2.2	S	S	o-R-o	C3	TSB-A1
TSB-6/80	VII	4	19	19.1	2.1	N	S	R	C2	TSB-A3
TSB-6/81	IX	4	22	21.4	-	N	N	o-R	C2	-
TSB-6/61	II	4	7	7.4	2	-	-	-	No analizada	TSB-B2
TSB-6/65	II	4	7	7.5	3.1	S	S	o-R-o	C2	-
TSB-6/66	I	4	5	5.1	2.2	S	N	R	C3	TSB-A2
TSB-6/72	II	4	7	7.4	2.1	S	N	O-r-O	C4	TSB-B2
TSB-6/73	II	8	8	-	16	N	N	O	C1	-
TSB-6/79	VII	4	19	19.1	2.3	S	N	O-r-o	A1	-

Anexo II

Muestra	FAMILIA	Forma básica	TIPO	Subtipo	Fábrica	Orientación	vegetal	Atmósfera	Grupo Text.	Producción
TSB-6/82	XIV	4	31	-	2.2	N	S	o-R-o	B1	TSB-A1
TSB-6/87	II	4	7	7.2	5	N	S	O	C3	-
TSB-7/10	IX	4	22	-	5	N	N	O	D1	-
TSB-7/159	V	6	17	-	8	N	S	R	C2	-
TSB-7/32	XVI	-	-	-	2.1	S	S	O	C4	TSB-A2
TSB-7/33	IV	7	11		8	N	S	R	C1	-
TSB-8/32	I	4	5	5.1	4	N	N	o-R-o	C3	-
TSB-8/33	-	-	-	-	-	-	-	-	No analizada	-
TSB-8/34	-	-	-	-	2.2	S	N	R	C3	TSB-A2
TSB-8/65	-	-	-	-	2.1	N	N	o-R-o	C2	-
TSB-9/14	X	8	24		2.1	N	N	R	C2	-
TSB-9/80	XIII	4	30	29.1	2.3	S	S	O-r-o	B2	TSB-A2
TSB-9/81	IX	4	22	22.3	2.1	N	S	o-R-o	-	TSB-A3
TSB-9/84	VII	4	19	19.1	2.1	S	N	R	C3	TSB-A3
TSB-9/90	I	1	2		3.1	N	S	O-R-O	C4	-
TSB-9/91	I	7	1	1.2	3.1	N	S	o-R-o	C4	-

Muestra	FAMILIA	Forma básica	TIPO	Subtipo	Fábrica	Orientación	vegetal	Atmósfera	Grupo Text.	Producción
TSF-1048	IV	2	12	-	4	N	S	o-R-o	C1	No analizada
TSF-1078	I	3	4	4.2	¿3.1?	S	S	o-R-o	C3	No analizada
TSF-1082	XI	4	26	-	1	S	N	R	B1	SM-A1
TSF-1087	-	-	-	-	1	S	N	R	A2	SM-A1
TSF-1090	II	4	7	7.1	1	S	N	R	A4	SM-A1
TSF-11	-	-	-	-	3	S	S	o-R-o	-	No analizada
TSF-1100	VII	4	19	19.2	1.1	S	N	R-o	C3	SM-A1
TSF-1104	V	4	16	-	1.1	N	N	R	C3	SM-A1
TSF-1113	-	-	-	-	1.2	S	N	O	A1	TSF-D
TSF-1117	-	-	-	-	3.2	S	N	o-R-o	A1	SM-A1
TSF-1120	-	-	-	-	-	-	-	-	No analizada	-
TSF-1310	-	-	-	-	2	-	-	-	No analizada	TSF-D
TSF-1579	-	-	-	-	2	-	-	-	No analizada	TSF-D
TSF-16	-	-	-	-	-	-	-	-	No analizada	SM-A1
TSF-208	-	-	-	-	1.1	S	N	o-R-o	A2	-
TSF-229	II	4	7	7.1	7	S	S	o-R-o	B2	SM-A1
TSF-231	IX	6	23	-	8	N	N	o-R-o	C2	-
TSF-234	VIII	4	21	21.2	2.1	N	N	o-R	C2	-
TSF-235	XII	6	28	-	3.1	S	N	R	C3	TSF-B
TSF-236	X	6	23	-	3.2	S	S	o-R-o	B1	TSF-A
TSF-237	X	6	23	-	8	N	N	o-R-o	C3	-
TSF-238	XII	4	27	27.3	3.2	N	S	o-R-o	B1	TSF-A
TSF-239	VIII	4	21	21.1	8	N	S	o-R-o	C2	-
TSF-240	X	6	23	-	8	N	N	O-R	C2	TSF-D
TSF-242	I	3	4	4.3	2	-	-	-	No analizada	-
TSF-252	VII	6	20	20.1	2.3	N	N	R	B2	TSF-D
TSF-256	-	-	-	-	-	-	-	-	No analizada	-

Anexo II

Muestra	FAMILIA	Forma básica	TIPO	Subtipo	Fábrica	Orientación	vegetal	Atmósfera	Grupo Text.	Producción
TSF-264	VIII	4	21	21.2	4	N	N	o-R	C2	SM-A1
TSF-265		-	-	-	-	-	-	-	No analizada	-
TSF-317	II	4	7	7.4	3.1	S	S	o-R-o	C3	TSF-B
TSF-326	II	4	7	7.8	3.1	S	S	O-r	C3	TSF-B
TSF-339	-	-	-	-	2	-	-	-	No analizada	TSF-D
TSF-352	VIII	4	21	21.3	3.1	N	S	o-R	C2	TSF-A
TSF-353	XII	4	27	27.1	3.2	S	N	o-R-o	B2	TSF-A
TSF-360	-	-	-	-	3.1	S	N	O-R-o	C3	TSF-B
TSF-408	V	2	14	-	-	-	-	o-R	-	No analizada
TSF-409	-	-	-	-	-	-	-	-	No analizada	SM-A1
TSF-43	-	-	-	-	-	-	-	-	No analizada	-
TSF-449	-	-	-	-	-	-	-	-	No analizada	-
TSF-450	-	-	-	-	7	-	-	-	No analizada	SM-A1
TSF-455	-	-	-	-	-	-	-	-	No analizada	SM-A1
TSF-459	XVI	-	-	-	2	N	N	o-R-o	B1	-
TSF-464	XVI	-	-	-	3.1	S	S	R	C3	TSF-B
TSF-467	-	-	-	-	3.1	S	S	o-R-o	C2	-
TSF-56	I	3	4	4.2	¿3.1?	N	N	R	C3	No analizada
TSF-57	XVI	-	-	-	16	N	N	o-R-o	B2	-
TSF-58	IV	1	11	-	1	-	-	-	No analizada	TSF-A
TSF-59	IV	1	11	-	1	S	N	R	A3	No analizada
TSF-60	-	-	-	-	-	-	-	-	No analizada	SM-A1
TSF-8	II	3	6	-	3.1	S	S	R	D1	No analizada
TSF-244	IX	4	22	22.2	-	-	-	-	No analizada	No analizada

Tabla 23 y 24. Datos morfo-métricos de las piezas estudiadas.

Pieza	Ø boca	Ø máx.	Dist. Ep-borde	Altura	Tamaño	Ø ½ cuerpo	Ø cuello	Ø base	Altura cuello	Dis. Borde- Ø máx.	Dis. Base- Ø máx.
TSB-6/85	36	74	10	73	66.038	74	25	32	10.0	30	43
TSB-6/72	95	131	45	144	116.245	150	81	58	20.0	70	65
TSB-6/82	190	224	35	450	284.647	224	154	-	55.0	335	115
TSB-6/84	120	240	-	-	-	240	100	-	20.0	-	-
TSB-6/67	73	95	0	80	84.516	95	80	50	10.0	50	40
TSB-6/71	120	170	30	150	136.560	170	110	65	5.0	70	75
TSB-7/32	333	666	8	-	-	666	323	-	10.0	28	-
TSB-5/19	166	316	2	366	298.431	316	113	-	50.0	233	-
TSB-4/26	137	137	0	64	78.975	114	137	92	0.0	0	64
TSB-5/20	180	220	-	220	218.788	180	140	130	20.0	110	110
TSB-6/76	100	100	0	72	82.614	100	98	60	10.0	40	60
TSB-7/31	100	110	60	140	123.822	110	80	60	20.0	80	60
TSB-8/32	65	90	30	120	98.372	90	60	70	10.0	75	50
TSB-8/34	140	-	-	-	-	-	130	-	40.0	-	
TSB-4/28	100	100	0	50	62.833	85	100	40	0.0	0	50

Anexo II

Pieza	Ø boca	Ø máx.	Dist. Ep-borde	Altura	Tamaño	Ø ½ cuerpo	Ø cuello	Ø base	Altura cuello	Dis. Borde- Ø máx.	Dis. Base- Ø máx.
TSB-4/27	145	145	0	68	91.537	128	145	77	0.0	0	68
TSB-6/73	120	160	38	160	146.790	160	118	73	0.0	79	73
TSB-7/158	120	160	35	160	138.500	160	100	80	10.0	90	83
TSB-9/89	85	86	0	63	69.886	86	80	40	5.0	25	38
TSB-9/92	58	68	-	60	59.716	68	56	40	0.0	32	26
TSB-6/80	150	205	-	213	192.889	205	138	110	7.0	116	95
TSB-6/65	130	130	50	150	129.935	130	110	100	10.0	80	50
TSB-6/79	150	160	-	220	177.643	160	140	60	5.0	140	80
TSB-6/74	225	225	35	100	133.113	225	225	85	0.0	0	100
TSB-2/41	74	110	-	140	112.250	110	59	50	13.0	100	50
TSB-6/83	143	206	-	216	-	206	140	110	10.0	116	100
TSB-6/69	78	119	0	-	-	119	73	-	19.0	82	-
TSB-6/66	93	113	-	-	107.880	113	80	-	10.0	83	-
TSB-6/64	50	59	15	65	63.608	59	40	32	10.0	35	35
TSB-6/63	68	88	20	95	75.717	88	58	60	20.0	60	35
TSB-6/81	166	244	140	314	236.669	244	111	96	37.0	148	166

Pieza	Ø boca	Ø máx.	Dist. Ep-borde	Altura	Tamaño	Ø ½ cuerpo	Ø cuello	Ø base	Altura cuello	Dis. Borde- Ø máx.	Dis. Base- Ø máx.
TSB-6/87	134	163	25	115	120.615	163	134	57	0.0	57	57
TSB-7/10	183	-	33	-	-	-	173	-	10.0	-	-
TSB-7/159	133	186	50	166	154.774	186	130	83	10.0	83	100
TSB-9/80	300	304	80	400	339.333	304	264	144	60.0	230	170
TSB-17/XXXI	110	110	0	65	69.807	78	110	30	0.0	0	65
TSB-9/79	270	340	90	360	318.713	118	200	115	43.0	130	130
TSB-17/28	93	93	0	65	69.606	90	-	50	0.0	0	65
TSB-9/81	200	250	10	280	232.398	250	195	110	30.0	140	140
TSB-17/29	60	70	0	70	71.302	70	55	45	5.0	45	40
TSB-17/XXIX	135	135	12	75	88.600	80	135	38	0.0	0	75
TSB-9/90	62	62	-	35	43.841	45	62	32	0.0	0	32
TSB-9/91	70	70	0	45	41.869	46	70	20	0.0	0	45
TSB-9/14	190	240	-	260	292.698	240	175	115	0.0	120	140
TSB-17/24	100	130	25	150	144.606	130	90	60	10.0	70	80
TSB-17/23	155	180	45	220	192.873	180	125	100	10.0	140	80
TSB-9/84	140	215	110	210	181.995	215	120	100	35.0	110	100

Anexo II

Pieza	Ø boca	Ø máx.	Dist. Ep-borde	Altura	Tamaño	Ø ½ cuerpo	Ø cuello	Ø base	Altura cuello	Dis. Borde- Ø máx.	Dis. Base- Ø máx.
TSB-17/25	150	179	-	200	171.715	179	110	84	20.0	115	85
TSB-14/10	315	419	118	555	444.389	419	282	206	25.0	197	320
TSB-9/86	130	140	-	145	149.666	140	105	95	15.0	67	90
TSB-4/29	85	85	0	50	68.190	75	72	32	0.0	0	50
TSB-9/82	115	148	0	165	122.764	148	115	68	28.0	80	85
TSB-7/30	35	111	11	160	90.078	111	35	65	41.0	95	55
TSB-6/60	90	120	-	135	122.642	120	80	50	28.0	55	65
TSB-9/83	135	205	0	120	146.325	205	0	130	0.0	75	45
TSB-6/78	120	208	125	230	195.466	208	105	85	15.0	145	85
TSB-17/26	75	80	0	105	83.610	80	60	30	10.0	50	55
TSB-2/40	105	135	-	180	151.799	135	90	75	13.0	105	75
TSB-9/88	180	204	120	290	223.282	204	160	90	18.0	120	170
TSB-6/62	70	100	19	90	88.204	100	50	50	0.0	50	45
TSB-6/77	145	220	110	300	221.411	220	125	126	20.0	125	175
TSB-6/86	140	140	0	70	81.062	80	140	28	0.0	0	140
TSB-6/75	120	120	10	75	86.931	105	0	42	0.0	0	80

Pieza	Ø boca	Ø máx.	Dist. Ep-borde	Altura	Tamaño	Ø ½ cuerpo	Ø cuello	Ø base	Altura cuello	Dis. Borde- Ø máx.	Dis. Base- Ø máx.
TSB-17/27	60	75	0	105	82.873	75	58	43	31.0	65	48
TSB-6/68	90	112	0	130	153.193	112	90	76	33.0	85	51
TSB-1/294	140	370	40	400	314.579	370	120	140	80.0	240	160
TSB-1/295	100	180	15	260	202.007	180	80	75	40.0	170	100
TSB-1/299	120	130	40	110	119.227	130	109	70	0.0	70	70
TSB-1/303	540	-	-	-	-	-	525	-	50.0	-	-
TSB-1/67	120	160	30	140	125.634	160	110	60	10.0	75	65
TSB-1/235	100	140	20	-	-	140	80	-	40.0	70	-
TSB-6/61	100	150	40	165	134.633	140	90	80	25.0	80	60
TSB-1/300	90	120	60	135	113.000	120	85	70	0.0	80	55
TSB-1/296	191	270	20	339	267.367	270	186	111	10.0	125	215
TSB-2/42	70	100	-	120	-	100	50	-	15.0	70	50

Anexo II

Pieza	Ø boca	Ø máx.	Dist. Ep-borde	Altura	Tamaño	Ø ½ cuerpo	Ø cuello	Ø base	Altura cuello	Dis. Borde- Ø máx.	Dis. Base- Ø máx.
SM-180	105	175	0	238	182.727	175	94	95	25	136	117
SM-140	129	145	31	140	117.303	145	127	50	7	46	74
SM-103	521	521	30	199	299.159	473	521	285	0	0	199
SM-138	105	162	23	0	-	162	98	-	5	93	0
SM-1351	410	474	38	460	425.253	428	382	210	5	71	383
TSF-353	198	345	160	298	282.434	-	194	100	20	165	160
TSF-238	196	301	-	314	267.314	-	179	110	55	185	150
TSF-228	210	267	-	280	255.294	-	203	98	20	-	150
TSF-352	186	239	-	260	219.700	-	167	88	40	127	130
TSF-236	165	230	-	275	245.375	-	165	110	40	-	150
TSF-244	154	229	-	284	236.761	-	164	100	33	-	150
TSF-240	160	254	-	292	243.288	-	166	88	25	144	180
TSF-243	174	256	45	279	254.908	-	175	100	25	152	150
TSF-237	117	228	55	282	226.148	-	120	95	45	133	160
TSF-242	82	102	7	80	84.835	96	-	31	-	39	50
TSF-241	60	80	-	90	81.835	81	-	50	-	-	45

Pieza	Ø boca	Ø máx.	Dist. Ep-borde	Altura	Tamaño	Ø ½ cuerpo	Ø cuello	Ø base	Altura cuello	Dis. Borde- Ø máx.	Dis. Base- Ø máx.
TSF-1078	55	85	-	70	74.000	79	-	40	-	-	50
TSF-438	45	63	11	68	62.258	60	-	30	-	45	30
TSF-439	45	57	0	54	50.369	52	-	29	-	40	30
TSF-56	60	75	-	75	76.394	79	-	50	-	-	50
TSF-1104	178	214	35	157	171.898	-	172	95	0	50	105
TSF-1100	160	230	47	220	195.300	-	164	131	0	70	95
TSF-250	170	-	-	-	-	-	140	-	52	-	-
TSF-239	190	250	-	200	209.387	-	200	108	25	120	140
TSF-264	210	220	-	180	189.079	-	-	120	0	-	120
TSF-234	200	246	-	236	222.812	-	207	80	15	105	150
TSF-326	80	150	-	-	128.452	150	70	-	9	63	-
TSF-1090	130	144	30	135	120.179	151	115	60	0	55	90
TSF-408	165	180	-	140	146.540	-	-	90	-	-	150
TSF-317	97	135	-	-	-	135	87	-	15	-	-
TSF-226	-	129	-	-	-	129	-	-	-	-	-
TSF-324	135	190	-	-	-	190	124	-	11	-	-

Anexo II

Pieza	Ø boca	Ø máx.	Dist. Ep-borde	Altura	Tamaño	Ø ½ cuerpo	Ø cuello	Ø base	Altura cuello	Dis. Borde- Ø máx.	Dis. Base- Ø máx.
TSF-252	176	320	-	-	-	320	150	-	35	-	-
TSF-225	147	-	-	-	-	-	135	-	30	-	-
TSF-249	170	220	-	-	-	220	150	-	50	-	-
TSF-231	180	-	-	-	-	-	162	-	44	-	-
TSF-230	160	205	-	-	-	205	140	-	45	-	-
TSF-245	155	290	-	-	-	290	148	-	20	-	-
TSF-464	216	378	-	-	-	360	175	-	50	-	-
TSF-459	250	366	-	-	-	366	220	-	67	-	-
TSF-57	240	390	-	-	-	390	180	-	60	-	-
SM-3	320	320	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SM-107	160	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SM-661	260	-	-	-	-	-	235	-	35	-	-
SM-1342	250	250	-	-	-	175	-	-	-	-	-
SM-660	260	260	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SM-705	200	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SM-665	225	-	-	-	-	-	220	-	35	-	-

Pieza	Ø boca	Ø máx.	Dist. Ep-borde	Altura	Tamaño	Ø ½ cuerpo	Ø cuello	Ø base	Altura cuello	Dis. Borde- Ø máx.	Dis. Base- Ø máx.
SM-796	170	170	-	-	-	150	-	-	-	-	-
TSF-1122	74	96	0	73	63.237	-	-	29	-	0	73
TSF-229	140	160	-	-	-	160	137	-	-	37	-
TSF-8	80	126	32	110	109.480	126	90	80	6.5	42	75
TSF-58	130	131	-	90	99.000	-	0	70	0	0	-
TSF-59	135	145	-	129	39.000	-	0	90	0	0	-
TSF-1047	110	125	-	60	76.452	-	0	40	0	0	40
TSF-1048	110	122	-	75	83.600	-	0	60	0	0	60
TSF-338	110	120	-	80	91.646	-	0	60	0	0	90
TSF-1082	82	350	-	333	307.998	-	65	150	11	141	200
TSF-235	140	325	-	311*	285.697	325	140	190	40	-	160

Tabla 25. Factores obtenidos del Análisis de Componentes Principales realizado con las piezas Postalayóticas y las variables Diámetro Máximo, Diámetro de la Boca, Altura y Tamaño para establecer las Familias.

Pieza	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
TSB-6/85	-1.21183	-0.58438	-0.51114	-0.01165
TSB-6/72	-0.46854	-0.26890	0.07190	0.70394
TSB-6/82	1.50955	-1.73670	3.68284	2.73127
TSB-6/67	-0.93084	-0.05552	-0.19676	-0.45874
TSB-6/71	-0.17008	0.09965	-0.50058	0.49477
TSB-5/19	1.55090	-1.31083	-1.05402	0.53364
TSB-4/26	-0.62410	1.28568	-0.24196	0.78176
TSB-5/20	0.66028	0.26411	0.32903	-1.59057
TSB-6/76	-0.84357	0.48728	0.17944	-0.36550
TSB-7/31	-0.50167	-0.24076	0.81998	-0.61269
TSB-8/32	-0.82845	-0.59402	0.33716	-0.10260
TSB-4/28	-0.96569	0.76271	-0.13464	0.32057
TSB-4/27	-0.51713	1.34587	-0.24888	0.19176
TSB-6/73	-0.14220	-0.05600	-0.03300	-0.18694
TSB-7/158	-0.17022	-0.01484	-0.03542	0.47989
TSB-9/89	-1.00812	0.33518	0.14212	-0.16477
TSB-9/92	-1.20519	-0.09068	0.03002	-0.09072
TSB-6/80	0.39868	-0.09489	-0.01339	-0.34968
TSB-6/65	-0.28350	0.20447	1.03644	-0.00345
TSB-6/79	0.22154	-0.18499	1.54029	-0.05134
TSB-6/74	0.24834	2.42954	-0.45474	0.72315
TSB-2/41	-0.63504	-0.62315	0.18962	0.18899
TSB-6/64	-1.23711	-0.30750	0.20032	-0.48106
TSB-6/63	-0.96330	-0.23427	0.11743	0.65216
TSB-6/81	0.98243	-0.76036	0.53527	1.41700

Pieza	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
TSB-6/87	-0.28340	0.68058	-0.43101	0.21796
TSB-7/159	0.02971	0.13916	-0.47667	0.18482
TSB-9/80	2.22214	0.44993	3.05510	-1.01610
TSB-17/XXXI	-0.83637	0.80074	-0.00570	0.69659
TSB-9/79	2.05777	0.45453	0.59706	-0.17929
TSB-17/28	-0.95277	0.47281	0.13586	0.16890
TSB-9/81	1.02495	0.12449	0.68278	0.69289
TSB-17/29	-1.12729	-0.19006	0.15689	-0.54733
TSB-17/XXIX	-0.57755	1.11058	-0.06834	0.39603
TSB-9/90	-1.32623	0.24260	-0.03383	0.01557
TSB-9/91	-1.25332	0.32662	0.03909	0.84148
TSB-9/14	1.11046	-0.20726	0.50342	-5.30013
TSB-17/24	-0.34266	-0.37588	0.31728	-1.33270
TSB-17/23	0.35478	-0.12740	1.01640	-0.71115
TSB-9/84	0.34989	-0.16150	-0.62422	0.62372
TSB-17/25	0.21172	0.05174	0.64182	0.11615
TSB-14/10	3.38685	-0.78690	1.88847	0.09171
TSB-9/86	-0.19754	0.17109	0.64768	-1.52610
TSB-4/29	-1.04969	0.44589	-0.00812	-0.59019
TSB-9/82	-0.26716	-0.09075	0.29882	1.60225
TSB-7/30	-0.79795	-1.33151	-0.50949	2.62842
TSB-6/60	-0.52265	-0.33948	0.18397	-0.50289
TSB-9/83	-0.04667	0.63168	-1.69201	-0.50455
TSB-6/78	0.35088	-0.74485	-0.59518	0.07431
TSB-17/26	-0.91159	-0.25504	0.68824	0.24723
TSB-2/40	-0.20896	-0.55651	0.69815	-0.51719
TSB-9/88	0.80038	-0.36097	1.83044	0.49518

Anexo II

Pieza	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
TSB-6/62	-0.88822	-0.19298	-0.29011	-0.22382
TSB-6/77	0.74320	-0.98544	0.60690	1.31545
TSB-6/86	-0.58155	1.28503	-0.18226	0.95668
TSB-6/75	-0.68530	0.82865	0.05614	0.05044
TSB-17/27	-0.98436	-0.51729	0.48853	0.09683
TSB-6/68	-0.45740	-0.47034	0.38238	-3.38220
TSB-1/294	1.76846	-1.97345	-2.95185	1.96333
TSB-1/295	0.28674	-1.42540	0.25333	-0.07372
TSB-1/299	-0.45641	0.41068	0.23160	-0.83733
TSB-1/67	-0.26394	0.21014	-0.31946	0.69202
TSB-6/61	-0.27506	-0.39857	-0.12432	0.62704
TSB-1/300	-0.55524	-0.29161	0.18115	0.27268
TSB-1/296	1.32235	-0.62801	0.65388	0.80293
SM-180	0.16853	-1.08003	0.22219	0.46191
SM-140	-0.30721	0.36729	0.38182	1.00158
SM-103	3.07316	6.53475	-1.48472	0.90865
TSF-353	1.53432	-0.07180	-2.18088	-0.03432
TSF-238	1.37615	-0.26642	-0.58171	0.64120
TSF-228	1.19269	0.22132	0.37904	-0.63972
TSF-352	0.84604	0.08507	0.41808	0.52478
TSF-236	0.86574	-0.54038	0.42139	-1.27099
TSF-244	0.81617	-0.75863	0.31218	-0.28956
TSF-240	0.95962	-0.69319	-0.24024	0.21991
TSF-243	1.02336	-0.40446	-0.14631	-1.12594
TSF-237	0.63796	-1.31819	-0.57874	0.27098
TSF-242	-0.87486	0.11217	-0.20675	-0.25051
TSF-241	-1.00964	-0.37915	0.11579	-0.30162

Pieza	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
TSF-1078	-1.08857	-0.25158	-0.44958	-0.38387
TSF-438	-1.23954	-0.39982	-0.00839	-0.16577
TSF-439	-1.33398	-0.24261	-0.01338	0.05250
TSF-56	-1.08162	-0.24346	0.06622	-0.61609
TSF-1104	0.24471	0.61764	-0.90340	-0.68202
TSF-1100	0.54021	0.06670	-0.48458	0.46956
TSF-239	0.70999	0.71400	-0.68621	-0.79685
TSF-264	0.56816	1.24134	0.48323	-0.69732
TSF-234	0.86931	0.51680	0.19314	-0.45411
TSF-1090	-0.30960	0.40777	0.36915	0.54250
TSF-408	0.03349	0.91624	0.12290	-0.22553
TSF-1122	-1.01354	0.12586	-0.30940	0.99695
TSF-8	-0.64709	-0.22734	-0.60605	-0.36019
TSF-1047	-0.77874	0.84449	-0.56051	0.36170
TSF-1048	-0.72645	0.68088	-0.25087	0.32273
TSF-338	-0.69306	0.59579	-0.11356	-0.17283
TSF-1082	1.30403	-2.43088	-4.64245	-1.09218
TSF-235	1.30411	-1.22253	-2.74749	-0.59066

Tabla 26. Clasificación de individuos por Forma Básica.

FORMA BÁSICA	FAMILIA	N° DE PIEZA
FB1	FI	TSB 9-90
FB2	FIII	TSF 1047, TSF 1048, TSF 338, TSB 6-75, TSB 4-27, TSB 4-26
	FIV	TSF 408
	FV	TSB 6-74
	FXIV	SM 103
FB3	FI	TSF 439, TSF 9-92, TSF 438, TSB 6-64, TSF 241, TSF 56, TSB 17-29, TSF 1078, TSB 4-29, TSB 9-89, TSB 17-28, TSF 242
	FII	TSF 8
	FIV	TSB 9-83
FB4	FI	TSB 6-63, TSB 6-62, TSB 8-32, TSB 6-76, TSB 6-67, TSB 17-27, TSB 17-26
	FII	SM 140, TSF 1090, TSB 6-87, TSB 1-299, TSB 1-67, TSB 9-82, TSB 1-300, TSB 6-60, TSB 2-41, TSB 6-60, TSB 7-31, TSB 17-24, TSB 6-61, TSB 6-65, TSB 9-86, TSB 240, TSB 7-159
	FIV	TSB 1104
	FVI	TSB 6-80, TSB 6-69, TSB 9-84, TSB 17-25, TSB 17-23, TSB 6-78, TSF 1100
	FVII	TSF 264, TSF 239, TSB 5-20
	FVIII	TSF 234
	FIX	TSF 243, TSF 228, TSB 6-77, TSB 9-81, TSF 244, TSB 9-88, TSB 6-81, TSF 352
	FX	TSF 1082
	FXI	TSF 353, TSF 238, TSB 1-296
	FXII	TSB 9-80, TSB 9-79
	FXIII	TSB 6-82
	FXV	TSB 14-10

FORMA BÁSICA	FAMILIA	N° DE PIEZA
FB5	FX	TSB 1-294
	FXI	TSB 5-19
FB6	FI	TSB 7-30
	FII	TSB 6-68
	FVI	TSB 1-295, SM 1080
	FIX	TSF 236, TSF 237, TSF 240
	FXI	TSF 235
FB7	FI	TSF 1122, TSB 4-28, TSB 9-91
	FIII	TSB 17-XXXI, TSB 17-XXIX, TSB 6-86
FB8	FII	TSB 7-158, TSB 6-73, TSB 6-71
	FIX	TSB 9-14
FB9	FI	TSB 6-85

Tabla 27. Composición petrológica básica de las piezas, cantidades relativas y tamaños máximos.

Muestra	Petrogrupo	% Porosidad	% Calcita	Tamaño μm	Ordenación	Morfología	% Caliza	Tamaño μm	Ordenación	Morfología
SM-642	1	5	25	700	seriada	romboidal	1	150	unimodal	Redondeada
SM-325	1	8	10	1300	seriada	romboidal	7	1500	seriada	sub-redondeada
SM-1351	1	2	45	1500	seriada	romboidal	3	700	unimodal	Redondeada
SM-468	1	2	30	1200	seriada	romboidal	3	700	unimodal	Redondeada
SM-472	1	5	25	1100	seriada	romboidal	7	700	unimodal	Redondeada
SM-484	1	3	30	750	seriada	romboidal	3	600	unimodal	Redondeada
SM-660	1	5	30	1100	seriada	romboidal	3	500	unimodal	Redondeada
SM-661	1	5	40	1100	seriada	romboidal	5	1000	seriada	sub-redondeada
SM-665	1	2	25	1100	seriada	romboidal	3	1100	unimodal	Redondeada
SM-970	1	5	25	1200	seriada	romboidal	3	600	unimodal	Redondeada
SM-971	1	8	25	1500	seriada	romboidal	3	1100	unimodal	Redondeada
TSB-1/296	2	7	5	400	unimodal	romboidal	10	1200	seriada	sub-redondeada
TSB-9/81	2	5	5	900	unimodal	romboidal	4	550	unimodal	sub-redondeada
TSB-1/294	2	10	5	300	unimodal	romboidal	-	-	-	-
TSB-6/82	2	7	-	-	-	-	3	700	unimodal	Redondeada
TSB-9/80	2	7	8	900	seriada	romboidal	10	2000	seriada	sub-redondeada

Muestra	Petrogrupo	% Porosidad	% Calcita	Tamaño µm	Ordenación	Morfología	% Caliza	Tamaño µm	Ordenación	Morfología
TSB-9/14	2	10	8	500	seriada	romboidal	3	800	seriada	Redondeada
TSB-6/80	2	5	3	500	seriada	romboidal	3	1000	unimodal	Redondeada
TSB-6/87	2	10	-	-	-	-	8	1150	seriada	Redondeada
SM-246	3	7	-	-	-	-	15	1000	seriada	Redondeada
SM-362	3	5	5	650	seriada	romboidal	10	700	unimodal	Redondeada
SM-181	3	10	-	-	-	-	20	700	unimodal	Redondeada
TSB-17/23	4	3	-	-	-	-	1	400	unimodal	Redondeada
TSB-7/159	4	10	-	-	-	-	-	-	-	-
TSB-6/65	L	5	2	350	unimodal	romboidal	5	0	unimodal	Redondeada
SM-1125	L	5	25	1300	seriada	romboidal	5	1200	seriada	Redondeada
SM-796	L	2	35	700	seriada	romboidal	3	800	unimodal	Redondeada
TSB-7/33	L	15	3	500	unimodal	romboidal	3	400	unimodal	sub-redondeada
TSB-6/73	L	15	-	-	-	-	2	3500	unimodal	sub-redondeada
TSB-4/66	L	2	-	-	-	-	15	1400	seriada	Redondeada
TSB-1/300	L	10	5	300	unimodal	romboidal	3	200	unimodal	Redondeada
TSB-2/41	L	10	5	350	unimodal	romboidal	3	300	unimodal	Redondeada
SM-625	L	2	-	-	-	-	3	1000	unimodal	sub-redondeada

Anexo II

Muestra	Petrogrupo	% Porosidad	% Calcita	Tamaño µm	Ordenación	Morfología	% Caliza	Tamaño µm	Ordenación	Morfología
SM-659	L	5	5	200	unimodal	romboidal	5	450	seriada	Redondeada
SM-138	L	5	15	700	seriada	romboidal	5	1200	seriada	Redondeada
SM-140	L	5	-	-	-	-	15	900	regular	Redondeada
SM-180	L	10	-	-	-	-	25	1200	buena	sub-angular
SM-473	L	2	35	1400	seriada	romboidal	3	1400	unimodal	Redondeada
CLG-2755	L	3	-	-	-	-	-	-	-	-
CLG-149	L	3	10	1200	seriada	romboidal	5	600	unimodal	Redondeada
CLG-1233	L	2	25	1000	seriada	romboidal	5	800	unimodal	Redondeada
CLG-2664	L	3	40	700	seriada	romboidal	-	-	-	-
CLG-Mc-6	L	20	-	-	-	-	-	-	-	-
CLG-1594	L	8	35	1450	seriada	romboidal	-	-	-	-
CLG-205	L	3	30	700	seriada	romboidal	-	-	-	-

Muestra	% Cuarzo	Tamaño μm	Ordenación	Morfología	% Óxidos	Tamaño μm	Ordenación	Morfología	% Cal. Secund.	Foraminiferos	Alt. Calcita	Observaciones
SM-642	3	200	unimodal	redondeado	2	200	unimodal	redondeada	0	si	no	Engobe
SM-325	3	150	unimodal	redondeado	1	100	unimodal	redondeada	0	no	2	engobe, matriz abigarrada, carbón (1000 μm)
SM-1351	3	200	unimodal	redondeado	1	200	unimodal	redondeada	0	no	2	
SM-468	4	320	unimodal	redondeado	2	200	unimodal	redondeada	0	si	no	calcita cristalina hasta 2500 μm
SM-472	3	200	unimodal	redondeado	1	200	unimodal	redondeada	0	si	1	
SM-484	2	200	unimodal	redondeado	1	200	unimodal	redondeada	0	no	no	
SM-660	7	300	unimodal	redondeado	1	200	unimodal	redondeada	0	si	no	
SM-661	7	300	unimodal	redondeado	1	300	unimodal	redondeada	0	si	no	
SM-796	2	100	unimodal	redondeado	3	1000	bimodal	redondeada	0	no	no	clay pellets ocre, gran cristal > 2000 μm de calcita cristalina
SM-970	6	300	unimodal	redondeado	1	300	unimodal	redondeada	0	si	no	
SM-971	2	240	unimodal	redondeado	1	300	unimodal	redondeada	0	si	no	clay pellets
SM-1125	2	200	unimodal	redondeado	2	200	unimodal	redondeada	0	si	no	clay pellets argilitas
TSB-9/81	10	150	unimodal	sub-redondeado	10	1200	unimodal	redondeada	5	no	no	clay pellets
TSB-1/294	10	400	seriada	sub-redondeado	10	900	unimodal	redondeada	0	no	no	
TSB-6/82	10	300	seriada	sub-redondeado	10	2300	unimodal	redondeada	0	no	no	
TSB-9/80	5	400	seriada	sub-	7	900	unimodal	redondeada	0	no	no	Engobe

Anexo II

Muestra	% Cuarzo	Tamaño μm	Ordenación	Morfología	% Óxidos	Tamaño μm	Ordenación	Morfología	% Cal. Secund.	Foraminiferos	Alt. Calcita	Observaciones
				redondeado								
TSB-9/14	5	150	unimodal	sub-redondeado	4	520	unimodal	redondeada	0	no	no	Engobe
TSB-6/80	4	250	unimodal	sub-redondeado	3	250	unimodal	redondeada	0	no	no	
TSB-6/87	5	300	unimodal	sub-redondeado	5	400	unimodal	redondeada	0	no	no	engobe, carbón (800 μm)
SM-246	5	250	unimodal	redondeado	1	200	unimodal	redondeada	0	si	no	peloides, agregados, rodoficies
SM-362	5	100	unimodal	redondeado	1	100	unimodal	redondeada	0	si	no	peloides, agregados, arenisca, rodoficies
SM-181	10	400	seriada	redondeado	-	-	-	-	0	si	1	agregados, roca caliza arenosa, peloides
TSB-17/23	30	600	seriada	sub-angular	3	600	unimodal	redondeada	0	no	no	
TSB-7/159	20	240	seriada	sub-angular	3	300	unimodal	redondeada	0	no	no	
TSB-6/65	5	150	unimodal	redondeado	-	-	-	-	0	no	no	roca arenisca
TSB-7/33	10	300	seriada	sub-redondeado	3	2400	unimodal	redondeada	0	no	no	engobe, arenisca
TSB-6/73	10	300	unimodal	sub-redondeado	7	450	unimodal	redondeada	0	no	No	
TSB-4/66	10	100	unimodal	redondeado	1	50	unimodal	redondeada	1	no	No	dolomita (260 μm), plagioclasa (100 μm)
TSB-1/300	15	200	unimodal	sub-	2	0	unimodal	Redondeada	0	no	No	

Muestra	% Cuarzo	Tamaño μm	Ordenación	Morfología	% Óxidos	Tamaño μm	Ordenación	Morfología	% Cal. Secund.	Foraminiferos	Alt. Calcita	Observaciones
				redondeado								
TSB-2/41	10	200	unimodal	sub-redondeado	3	250	unimodal	redondeada	5	no	no	Engobe
TSB-1/296	4	200	unimodal	sub-redondeado	4	200	unimodal	redondeada	0	no	no	
SM-625	5	100	unimodal	redondeado	2	350	unimodal	redondeada	0	no	no	Engobe
SM-659	3	100	unimodal	redondeado	1	200	unimodal	redondeada	0	no	no	Chamota (2300 μm), engobe
SM-138	2	300	unimodal	redondeado	2	1200	bien	redondeada	0	si	no	clay pellets oscuros, matriz abigarrada, agregados
SM-140	7	360	unimodal	redondeado	2	300	bien	redondeada	10	no	no	matriz abigarrada
SM-180	15	400	unimodal	redondeado	-	-	-	-	0	no	no	clay pellets, rocas recristalizadas
SM-473	2	300	unimodal	redondeado	5	1400	bimodal	redondeada	0	no	no	grandes óxidos opacos
SM-665	1	100	unimodal	redondeado	2	200	unimodal	redondeada	0	no	2	
CLG-2755	15	600	unimodal	sub-redondeada	2	1400	bimodal	redondeada	0	no	no	Plagioclasa (850 μm), biotita (250 μm), feldespato K (600 μm)
CLG-149	4	200	unimodal	redondeado	-	-	-	-	0	no	3	Chamota, engobe
CLG-1233	3	200	unimodal	redondeado	1	200	unimodal	redondeada	0		2	
CLG-2664	2	100	unimodal	Redondeado	3	350	unimodal	redondeada	0	no	2	Engobe
CLG-Mc-6	25	50	unimodal	Redondeado	5	300	unimodal	redondeada	0	no	no	
CLG-1594	2	200	unimodal	Redondeado	2	300	unimodal	redondeada	0	no	2	

Anexo II

Muestra	% Cuarzo	Tamaño μm	Ordenación	Morfología	% Óxidos	Tamaño μm	Ordenación	Morfología	% Cal. Secund.	Foraminiferos	Alt. Calcita	Observaciones
CLG-205	3	100	unimodal	Redondeado	3	150	unimodal	redondeada	0	no	2	Carbón (1000 μm), engobe

Tabla 28. Estadísticos descriptivos para cada uno de los tipos establecidos en la clasificación tipológica, y utilizados en el análisis de morfo-potencialidad: máximos, mínimos, media y desviación típica para cada una de las variables métricas y los índices de relación morfométricos consignados.

28.1. Tipo 1.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Típica
Ø Boca	2	70	100	85,00	21,213
Ø Máximo	2	70	100	85,00	21,213
Ø Medio cuerpo	2	46	85	65,50	27,577
Ø Cuello	2	70	100	85,00	21,213
Ø Base	2	20	40	30,00	14,142
Altura	2	45	50	47,50	3,536
Altura del cuello	2	,0	,0	,000	,0000
Distancia EP-borde	2	0	0	,00	,000
Distancia borde-Ø máximo	2	0	0	,00	,000
Distancia base-Ø máximo	2	45	50	47,50	3,536
Grosor	2	8,0	8,0	8,000	,0000
Ø Boca/altura	2	1,556	2,000	1,77778	,314270
Ø Base/altura	2	,444	,800	,62222	,251416
Ø Base/Ø máximo	2	,286	,400	,34286	,080812
Ø Boca/Ø máximo	2	1,000	1,000	1,00000	,000000
Ø Máximo/altura	2	1,556	2,000	1,77778	,314270
Ø Boca/ Altura Ø Max-BO	2	1,556	2,000	1,77778	,314270
Ø Base/ Altura Ø Max-BA	2	,444	,800	,62222	,251416
Altura/Ø máximo	2	,500	,643	,57143	,101015
Ø Boca/Ø base	2	2,500	3,500	3,00000	,707107
Ø Máximo/Ø cuello	2	1,00	1,00	1,0000	,00000
Ø Boca/Ø cuello	2	1,000	1,000	1,00000	,000000
Ø Borde/Ø máximo / Ø borde/altura	2	,500	,643	,57143	,101015
Ø base/Ø máximo / Ø base/altura	2	,500	,643	,57143	,101015
Tamaño (raíz cuadrada)	2	41,869	62,833	52,35098	14,823977

Anexo II

28.2. Tipo 2.

	N	Valores
Ø Boca	1	62
Ø Máximo	1	62
Ø Medio cuerpo	1	45
Ø Cuello	1	62
Ø Base	1	32
Altura	1	35
Altura cuello	1	,0
Distancia borde- Ø máximo	1	0
Distancia base- Ø máximo	1	32
Grosor	1	5,0
Ø boca/altura	1	1,771
Ø base/altura	1	,914
Ø base/ Ø máximo	1	,516
Ø boca/ Ø máximo	1	1,000
Ø máximo/altura	1	1,771
Ø Boca/ Altura Ø Max-BO	1	1,771
Ø Base/ Altura Ø Max-BA	1	1,000
Altura/ Ø máximo	1	,565
Ø boca/ Ø base	1	1,938
Ø máximo/ Ø cuello	1	1,00
Ø boca/ Ø cuello	1	1,000
Ø Borde/Ø máximo / Ø borde/altura	1	,565
Ø base/Ø máximo / Ø base/altura	1	,565
Tamaño (raíz cuadrada)	1	43,841

28.3. Tipo 4.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	12	45	93	64,83	16,846
Ø Máximo	12	57	102	76,92	13,990
Dist. Ep-borde	8	0	15	4,13	6,081
Altura	12	50	90	67,50	10,909
Tamaño	12	50,369	84,835	69,33319	9,576436
Ø Medio cuerpo	12	52	96	74,58	13,270
Ø Cuello	5	40	80	60,60	15,678
Ø Base	12	29	50	39,08	8,229
Altura cuello	6	,0	10,0	3,333	4,0825
Altura repié	6	0	10	2,83	4,491
Elementos presión	9	0	2	1,44	,726
Dist. Borde- Ø máx.	9	0	45	29,00	17,593
Dist. Base- Ø máx.	12	26	65	42,42	11,301

Grosor	10	2,5	6,0	4,500	1,2019
Ø boca/altura	12	,588	1,700	,96948	,347784
Ø base/altura	12	,388	,769	,56281	,110638
Ø base/ Ø máx.	12	,250	,643	,47185	,113148
Ø boca/ Ø máx.	12	,313	1,000	,78999	,192802
Ø máx./altura	12	,908	1,882	1,24088	,308583
Dis. Borde-Ø máx./altura	6	,769	1,700	1,17884	,368887
Dis. Base-Ø máx./altura	6	,640	1,538	1,00660	,315682
Altura/ Ø máx.	6	,588	1,102	,83396	,195187
Ø boca/ Ø base	12	1,250	2,656	1,72019	,498131
Ø máx./ Ø cuello	5	1,08	1,48	1,2435	,14803
Ø boca/ Ø cuello	11	,000	1,400	,68014	,467624
(Ø Borde/Ø máx.)/(Ø borde/altura)	6	,588	1,102	,83396	,195187
(Ø base/Ø máx.)/(Ø base/altura)	6	,588	1,102	,83396	,195187

28.4. Tipo 6.

	N	Media
Ø Boca	1	80
Ø Máximo	1	126
Ø Medio cuerpo	1	126
Ø Cuello	1	90
Ø Base	1	80
Altura	1	110
Altura cuello	1	6,5
Distancia EP-borde	1	32
Distancia borde- Ø máximo	1	42
Distancia base- Ø máximo	1	75
Grosor	1	5,0
Ø boca/altura	1	,727
Ø base/altura	1	,727
Ø base/ Ø máximo	1	,634
Ø boca/ Ø máximo	1	,634
Ø máximo/altura	1	1,454
Ø boca/ Ø base	1	1,000
Tamaño (raíz cuadrada)	1	109,480

28.5. Tipo 7.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	16	74	134	110,13	18,272
Ø Máximo	16	110	163	135,38	15,912
Dist. Ep-borde	12	0	60	36,33	16,773
Altura	16	110	180	143,06	17,399
Tamaño	16	112,250	151,799	126,52005	12,441361
Ø Medio cuerpo	16	110	163	136,38	16,235

Anexo II

Ø Cuello	16	59	134	98,78	19,948
Ø Base	16	50	100	66,44	14,975
Altura cuello	16	,0	28,0	12,438	9,7637
Elementos presión	16	0	2	1,06	,680
Dist. Borde- Ø máx.	16	46	105	73,13	15,701
Dist. Base- Ø máx.	16	50	90	68,19	13,121
Grosor	15	3,0	8,0	5,033	1,2882
Ø boca/altura	16	,529	1,165	,80141	,189045
Ø base/altura	15	,000	,667	,44459	,165552
Ø base/ Ø máx.	15	,000	,769	,46596	,178652
Ø boca/ Ø máx.	16	,633	1,783	,86562	,264613
Ø máx./altura	16	,750	1,417	1,00053	,195502
Dis. Borde-Ø máx./altura	15	,529	1,165	,79284	,192434
Dis. Base-Ø máx./altura	14	,000	2,000	,95830	,427904
Altura/ Ø máx.	16	,706	1,333	1,06208	,186280
Ø boca/ Ø base	14	1,286	2,375	1,66621	,342797
Ø máx./ Ø cuello	15	1,14	1,86	1,4159	,19632
Ø boca/ Ø cuello	15	,797	1,053	,90843	,082207
(Ø Borde/Ø máx.)/(Ø borde/altura)	15	,706	1,333	1,04942	,185555
(Ø base/Ø máx.)/(Ø base/altura)	13	,706	1,333	1,07990	,180351

28.5.1. Subtipo 7.1.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	2	129	130	129,50	,707
Ø Máximo	2	144	145	144,50	,707
Dist. Ep-borde	2	30	31	30,50	,707
Altura	2	135	140	137,50	3,536
Tamaño	2	117,303	120,179	118,74103	2,033644
Ø Medio cuerpo	2	145	151	148,00	4,243
Ø Cuello	2	115	127	121,00	8,485
Ø Base	2	50	60	55,00	7,071
Altura cuello	2	,0	7,0	3,500	4,9497
Elementos presión	2	2	2	2,00	,000
Dist. Borde- Ø máx.	2	46	55	50,50	6,364
Dist. Base- Ø máx.	2	74	90	82,00	11,314
Grosor	1	7,0	7,0	7,000	.
Ø boca/altura	2	,930	1,075	1,00250	,102530
Ø base/altura	2	,000	,521	,26050	,368403
Ø base/ Ø máx.	2	,000	,416	,20800	,294156
Ø boca/ Ø máx.	2	,890	1,783	1,33633	,631690
Ø máx./altura	2	1,208	1,252	1,23017	,030877
Dis. Borde-Ø máx./altura	1	1,075	1,075	1,07500	.
Dis. Base-Ø máx./altura	1	,000	,000	,00000	.
Altura/ Ø máx.	2	,828	1,252	1,03979	,300106
Ø boca/ Ø base	1	1,783	1,783	1,78300	.

Ø máx./ Ø cuello	2	1,14	1,25	1,1970	,07809
Ø boca/ Ø cuello	2	,981	,984	,98275	,002472
(Ø Borde/Ø máx.)/(Ø borde/altura)	1	,828	,828	,82759	.

28.5.2. Subtipo 7.2.

	N	Mínimo
Ø Boca	1	134
Ø Máximo	1	163
Ø Medio cuerpo	1	163
Ø Cuello	1	134
Ø Base	1	57
Altura	1	115
Altura cuello	1	,0
Elementos de prensión	1	2
Distancia EP-borde	1	25
Distancia borde- Ø máximo	1	57
Distancia base- Ø máximo	1	57
Grosor	1	3,0
Ø boca/altura	1	1,165
Ø base/altura	1	,496
Ø base/ Ø máximo	1	,350
Ø boca/ Ø máximo	1	,822
Ø máximo/altura	1	1,417
Ø Boca/ Altura Ø Max-BO	1	1,165
Ø Base/ Altura Ø Max-BA	1	1,000
Altura/ Ø máximo	1	,706
Ø boca/ Ø base	1	2,351
Ø máximo/ Ø cuello	1	1,22
Ø boca/Ø cuello	1	1,000
Ø Borde/Ø máximo / Ø borde/altura	1	,706
Ø base/Ø máximo / Ø base/altura	1	,706
Tamaño (raíz cuadrada)	1	120,615

28.5.3. Subtipo 7.3.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	2	120	120	120,00	,000
Ø Máximo	2	130	160	145,00	21,213
Dist. Ep-borde	2	30	40	35,00	7,071
Altura	2	110	140	125,00	21,213
Tamaño	2	119,227	125,634	122,43053	4,530939
Ø Medio cuerpo	2	130	160	145,00	21,213
Ø Cuello	2	109	110	109,50	,707

Anexo II

Ø Base	2	60	70	65,00	7,071
Altura cuello	2	,0	10,0	5,000	7,0711
Elementos presión	2	1	1	1,00	,000
Dist. Borde- Ø máx.	2	70	75	72,50	3,536
Dist. Base- Ø máx.	2	65	70	67,50	3,536
Grosor	2	4,0	5,0	4,500	,7071
Ø boca/altura	2	,857	1,091	,97403	,165298
Ø base/altura	1	,636	,636	,63636	.
Ø base/ Ø máx.	1	,538	,538	,53846	.
Ø boca/ Ø máx.	2	,750	,923	,83654	,122384
Ø máx./altura	2	1,143	1,182	1,16234	,027550
Dis. Borde-Ø máx./altura	2	,857	1,091	,97403	,165298
Dis. Base-Ø máx./altura	1	1,000	1,000	1,00000	.
Altura/ Ø máx.	2	,846	,875	,86058	,020397
Ø boca/ Ø base	1	1,714	1,714	1,71429	.
Ø máx./ Ø cuello	1	1,45	1,45	1,4545	.
Ø boca/ Ø cuello	1	,917	,917	,91667	.
(Ø Borde/Ø máx.)/(Ø borde/altura)	2	,846	,875	,86058	,020397
(Ø base/Ø máx.)/(Ø base/altura)	1	,846	,846	,84615	.

28.5.4. Subtipo 7.4.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	6	74	100	91,50	9,670
Ø Máximo	6	110	150	123,50	15,149
Dist. Ep-borde	4	40	60	51,25	10,308
Altura	6	135	165	143,17	11,232
Tamaño	6	112,250	134,633	120,43203	8,458765
Ø Medio cuerpo	6	110	150	125,00	16,432
Ø Cuello	6	59	90	79,23	10,625
Ø Base	6	50	80	61,33	11,776
Altura cuello	6	,0	28,0	17,667	10,0532
Elementos presión	6	0	1	,83	,408
Dist. Borde- Ø máx.	6	55	100	77,50	14,748
Dist. Base- Ø máx.	6	50	65	59,17	5,845
Grosor	6	4,0	6,0	4,750	,7583
Ø boca/altura	6	,529	,714	,66570	,070670
Ø base/altura	6	,296	,519	,41086	,085456
Ø base/ Ø máx.	6	,267	,583	,46016	,112227
Ø boca/ Ø máx.	6	,633	,909	,73824	,095224
Ø máx./altura	6	,786	1,111	,91005	,126752
Dis. Borde-Ø máx./altura	6	,529	,714	,66570	,070670
Dis. Base-Ø máx./altura	6	,615	1,273	,96845	,242116
Altura/ Ø máx.	6	,900	1,273	1,11591	,147919
Ø boca/ Ø base	6	1,286	2,375	1,67541	,386813

Ø máx./ Ø cuello	6	1,38	1,86	1,5712	,18195
Ø boca/ Ø cuello	6	,797	1,053	,88888	,097674
(Ø Borde/Ø máx.)/(Ø borde/altura)	6	,900	1,273	1,11591	,147919
(Ø base/Ø máx.)/(Ø base/altura)	6	,900	1,273	1,11591	,147919

28.5.5. Subtipo 7.5.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	3	100	130	120,00	17,321
Ø Máximo	3	130	140	133,33	5,774
Dist. Ep-borde	2	25	50	37,50	17,678
Altura	3	145	150	148,33	2,887
Tamaño	3	129,935	149,666	141,40242	10,248605
Ø Medio cuerpo	3	130	140	133,33	5,774
Ø Cuello	3	90	110	101,67	10,408
Ø Base	3	60	100	85,00	21,794
Altura cuello	3	10,0	15,0	11,667	2,8868
Elementos prensión	3	0	1	,67	,577
Dist. Borde- Ø máx.	3	67	80	72,33	6,807
Dist. Base- Ø máx.	3	50	90	73,33	20,817

28.5.6. Subtipo 7.7.

	N	Media
Ø Boca	1	115,00
Ø Máximo	1	148,00
Dist. Ep-borde	1	,00
Altura	1	165,00
Tamaño	1	122,76400
Ø Medio cuerpo	1	148,00
Ø Cuello	1	115,00
Ø Base	1	68,00
Altura cuello	1	28,000
Elementos prensión	1	2,00
Dist. Borde- Ø máx.	1	80,00
Dist. Base- Ø máx.	1	85,00
Grosor	1	6,000
Ø boca/altura	1	,69697
Ø base/altura	1	,41212
Ø base/ Ø máx.	1	,45946
Ø boca/ Ø máx.	1	,77703

Anexo II

Ø máx./altura	1	,89697
Dis. Borde-Ø máx./altura	1	,69697
Dis. Base-Ø máx./altura	1	,80000
Altura/ Ø máx.	1	1,11486
Ø boca/ Ø base	1	1,69118
Ø máx./ Ø cuello	1	1,2870
Ø boca/ Ø cuello	1	1,00000

28.6. Tipo 8.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	3	105	120	115,00	8,660
Ø Máximo	3	150	170	160,00	10,000
Ø Medio cuerpo	3	150	170	160,00	10,000
Ø Cuello	3	90	118	106,00	14,422
Ø Base	3	65	80	75,00	8,660
Altura	3	140	175	155,00	18,028
Altura cuello	3	,0	10,0	5,000	5,0000
Distancia EP-borde	3	30	38	34,33	4,041
Distancia borde- Ø máximo	3	70	90	79,67	10,017
Distancia base- Ø máximo	3	73	83	78,67	5,132
Grosor	3	5,5	10,0	7,167	2,4664
Ø boca/altura	3	,686	,800	,74524	,057291
Ø base/altura	3	,457	,533	,48492	,042078
Ø base/ Ø máximo	3	,433	,500	,46797	,033410
Ø boca/ Ø máximo	3	,700	,750	,71863	,027328
Ø máximo/altura	3	,971	1,071	1,03651	,056411
Ø Boca/ Altura Ø Max-BO	3	,686	,800	,74524	,057291
Ø Base/ Altura Ø Max-BA	3	,813	1,096	,95742	,141805
Altura/ Ø máximo	3	,933	1,029	,96675	,054308
Ø boca/ Ø base	3	1,500	1,615	1,53846	,066617
Ø máximo/ Ø cuello	3	1,36	1,67	1,5227	,15661
Ø boca/Ø cuello	3	,857	,983	,91905	,063129
Ø Borde/Ø máximo / Ø borde/altura	3	,933	1,029	,96675	,054308
Ø base/Ø máximo / Ø base/altura	3	,933	1,029	,96675	,054308
Tamaño (raíz cuadrada)	3	118,865	151,357	137,27592	16,672861

28.7. Tipo 12.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	6	110	145	122,00	15,427
Ø Máximo	6	120	145	128,17	10,420
Dist. Ep-borde	3	0	10	3,33	5,774
Altura	6	60	80	70,33	7,607
Tamaño	6	76,452	91,646	84,85676	6,353559

Ø Medio cuerpo	3	105	128	115,67	11,590
Ø Cuello	6	0	145	47,00	72,856
Ø Base	6	40	92	61,83	20,084
Altura cuello	6	,0	,0	,000	,0000
Altura repié	2	0	10	5,00	7,071
Dist. Base- Ø máx.	6	40	90	67,00	17,239
Grosor	3	6,0	8,0	6,667	1,1547
Ø boca/altura	6	1,375	2,141	1,75783	,331386
Ø base/altura	6	,560	1,438	,88998	,331056
Ø base/ Ø máx.	6	,320	,672	,47726	,128270
Ø boca/ Ø máx.	6	,880	1,000	,94950	,056490
Ø máx./altura	6	1,500	2,141	1,84700	,301197
Dis. Borde-Ø máx./altura	3	1,600	2,141	1,95766	,309770
Dis. Base-Ø máx./altura	3	,525	1,438	1,03162	,464516
Altura/ Ø máx.	3	,467	,625	,52037	,090614
Ø boca/ Ø base	6	1,489	2,857	2,10707	,558544
Ø máx./ Ø cuello	2	1,00	1,00	1,0000	,00000
Ø boca/ Ø cuello	6	,000	1,000	,33333	,516398
(Ø Borde/Ø máx.)/(Ø borde/altura)	3	,467	,625	,52037	,090614
(Ø base/Ø máx.)/(Ø base/altura)	3	,467	,625	,52037	,090614

28.8. Tipo 14.

	N	Mínimo
Ø Boca	1	165
Ø Máximo	1	180
Altura	1	140
Tamaño	1	146,540
Ø Base	1	90
Dist. Base- Ø máx.	1	150
Ø boca/altura	1	1,178
Ø base/altura	1	,642
Ø base/ Ø máx.	1	,500
Ø boca/ Ø máx.	1	,916
Ø máx./altura	1	1,285
Ø boca/ Ø base	1	1,833

28.9. Tipo 16.

	N	Mínimo
Ø Boca	1	158
Ø Máximo	1	214
Ø Cuello	1	179
Ø Base	1	95
Altura	1	157
Altura cuello	1	,0
Altura repié	1	0

Anexo II

Elementos de prensión	1	0
Distancia EP-borde	1	35
Distancia borde- Ø máximo	1	50
Distancia base- Ø máximo	1	105
Ø boca/altura	1	1,006
Ø base/altura	1	,605
Ø base/ Ø máximo	1	,444
Ø boca/ Ø máximo	1	,738
Ø máximo/altura	1	1,363
Ø boca/ Ø base	1	1,663
Ø máximo/ Ø cuello	1	1,20
Ø boca/ Ø cuello	1	1,063
Tamaño (raíz cuadrada)	1	171,898

28.10. Tipo 17.

	N	Mínimo
Ø Boca	1	133
Ø Máximo	1	186
Ø Medio cuerpo	1	186
Ø Cuello	1	130
Ø Base	1	83
Altura	1	166
Altura cuello	1	10,0
Elementos de prensión	1	2
Distancia EP-borde	1	50
Distancia borde- Ø máximo	1	83
Distancia base- Ø máximo	1	100
Grosor	1	6,0
Ø boca/altura	1	,801
Ø base/altura	1	,500
Ø base/ Ø máximo	1	,446
Ø boca/ Ø máximo	1	,715
Ø máximo/altura	1	1,120
Ø Boca/ Altura Ø Max-BO	1	,801
Ø Base/ Altura Ø Max-BA	1	,830
Altura/ Ø máximo	1	,892
Ø boca/ Ø base	1	1,602
Ø máximo/ Ø cuello	1	1,43
Ø boca/Ø cuello	1	,977
Ø Borde/Ø máximo / Ø borde/altura	1	,892
Ø base/Ø máximo / Ø base/altura	1	,892
Tamaño (raíz cuadrada)	1	154,774

28.11. Tipo 18.

	N	Mínimo
--	---	--------

Ø Boca	1	225
Ø Máximo	1	225
Dist. Ep-borde	1	35
Altura	1	100
Tamaño	1	133,113
Ø Medio cuerpo	1	225
Ø Cuello	1	225
Ø Base	1	85
Altura cuello	1	,0
Dist. Borde- Ø máx.	1	0
Dist. Base- Ø máx.	1	100
Grosor	1	6,0
Ø boca/altura	1	2,250
Ø base/altura	1	,850
Ø base/ Ø máx.	1	,378
Ø boca/ Ø máx.	1	1,000
Ø máx./altura	1	2,250
Dis. Borde-Ø máx./altura	1	2,250
Dis. Base-Ø máx./altura	1	,850
Altura/ Ø máx.	1	,444
Ø boca/ Ø base	1	2,647
Ø máx./ Ø cuello	1	1,00
Ø boca/ Ø cuello	1	1,000
(Ø Borde/Ø máx.)/(Ø borde/altura)	1	,444
(Ø base/Ø máx.)/(Ø base/altura)	1	,444

28.12. Tipo 19.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	7	120	160	146,43	13,138
Ø Máximo	7	160	230	196,71	24,425
Dist. Ep-borde	4	45	125	81,75	41,740
Altura	7	200	230	216,14	9,529
Tamaño	7	171,715	195,466	186,83996	9,624575
Ø Medio cuerpo	6	160	215	191,17	21,386
Ø Cuello	7	105	164	128,86	20,252
Ø Base	7	60	131	95,71	22,411
Altura cuello	7	,0	35,0	13,143	11,6537
Altura repié	2	0	12	6,00	8,485
Elementos presión	7	0	0	,00	,000

Anexo II

Dist. Borde- Ø máx.	7	70	145	119,43	26,025
Dist. Base- Ø máx.	7	80	100	88,57	8,018
Grosor	6	4,0	8,0	6,350	1,4195
Ø boca/altura	7	,522	,750	,67947	,074777
Ø base/altura	6	,273	,595	,43812	,112729
Ø base/ Ø máx.	6	,375	,570	,48577	,081195
Ø boca/ Ø máx.	7	,577	,938	,75601	,127805
Ø máx./altura	7	,727	1,045	,91093	,112636
Dis. Borde-Ø máx./altura	6	,522	,750	,67150	,078592
Dis. Base-Ø máx./altura	5	,750	1,250	1,02923	,190918
Altura/ Ø máx.	6	,977	1,375	1,13935	,141787
Ø boca/ Ø base	6	1,221	2,500	1,63875	,463171
Ø máx./ Ø cuello	7	1,14	1,98	1,5530	,27502
Ø boca/ Ø cuello	7	,733	,933	,85718	,068668
(Ø Borde/Ø máx.)/(Ø borde/altura)	6	,977	1,375	1,13935	,141787
(Ø base/Ø máx.)/(Ø base/altura)	5	1,039	1,375	1,17187	,131140

28.12.1. Subtipo 19.1.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	6	120	155	144,17	12,813
Ø Máximo	6	160	215	191,17	21,386
Dist. Ep-borde	3	45	125	93,33	42,525
Altura	6	200	230	215,50	10,271
Tamaño	6	171,715	195,466	185,43	9,719
Ø Medio cuerpo	6	160	215	191,17	21,386
Ø Cuello	6	105	140	123,00	14,283
Ø Base	6	60	110	89,83	17,668
Altura cuello	6	5,0	35,0	15,333	11,0755
Altura repié	1	12	12	12,00	.
Dist. Borde- Ø máx.	6	110	145	127,67	15,578
Dist. Base- Ø máx.	6	80	100	87,50	8,216
Grosor	6	4,0	8,0	6,350	1,4195
Ø boca/altura	6	,522	,750	,67150	,078592
Ø base/altura	5	,273	,516	,40665	,091971
Ø base/ Ø máx.	5	,375	,556	,46901	,078322
Ø boca/ Ø máx.	6	,577	,938	,76607	,136934
Ø máx./altura	6	,727	1,024	,88851	,104889
Dis. Borde-Ø máx./altura	6	,522	,750	,67150	,078592
Dis. Base-Ø máx./altura	5	,750	1,250	1,02923	,190918
Altura/ Ø máx.	6	,977	1,375	1,13935	,141787
Ø boca/ Ø base	5	1,364	2,500	1,72222	,464650
Ø máx./ Ø cuello	6	1,14	1,98	1,5780	,29237
Ø boca/ Ø cuello	6	,733	,933	,85421	,074728
(Ø Borde/Ø máx.)/(Ø borde/altura)	6	,977	1,375	1,13935	,141787
(Ø base/Ø máx.)/(Ø base/altura)	5	1,039	1,375	1,17187	,131140

28.12.2. Subtipo 19.2.

	N	Media
Ø Boca	1	160
Ø Máximo	1	230
Ø Cuello	1	164
Ø Base	1	131
Altura	1	220
Altura del cuello	1	,0
Elementos de prensión	1	0
Distancia EP-borde	1	47
Distancia borde- Ø máximo	1	70
Distancia base- Ø máximo	1	95
Ø boca/altura	1	,727
Ø base/altura	1	,595
Ø base/ Ø máximo	1	,570
Ø boca/ Ø máximo	1	,696
Ø máximo/altura	1	1,045
Ø boca/ Ø base	1	1,221
Ø máximo/ Ø cuello	1	1,40
Ø boca/ Ø cuello	1	,875
Tamaño (raíz cuadrada)	1	195,300

28.13. Tipo 20.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	2	100	105	102,50	3,536
Ø Máximo	2	175	180	177,50	3,536
Dist. Ep-borde	2	0	15	7,50	10,607
Altura	2	238	260	249,00	15,556
Tamaño	2	182,727	202,007	192,36700	13,633623
Ø Medio cuerpo	2	175	180	177,50	3,536
Ø Cuello	2	80	94	87,00	9,899
Ø Base	2	75	95	85,00	14,142
Altura cuello	2	25,0	40,0	32,500	10,6066
Elementos prensión	1	2	2	2,00	.
Dist. Borde- Ø máx.	2	136	170	153,00	24,042
Dist. Base- Ø máx.	2	100	117	108,50	12,021
Grosor	2	4,0	10,0	7,000	4,2426
Ø boca/altura	2	,385	,441	,41290	,039995
Ø base/altura	2	,288	,399	,34381	,078275
Ø base/ Ø máx.	2	,417	,543	,47976	,089230
Ø boca/ Ø máx.	2	,556	,600	,57778	,031427
Ø máx./altura	2	,692	,735	,71380	,030396
Dis. Borde-Ø máx./altura	2	,385	,441	,41290	,039995
Dis. Base-Ø máx./altura	2	,750	,812	,78098	,043816

Anexo II

Altura/ Ø máx.	2	1,360	1,444	1,40222	,059711
Ø boca/ Ø base	2	1,105	1,333	1,21930	,161270
Ø máx./ Ø cuello	2	1,86	2,25	2,0559	,27457
Ø boca/ Ø cuello	2	,800	,895	,84762	,067344
(Ø Borde/Ø máx.)/(Ø borde/altura)	2	1,360	1,444	1,40222	,059711
(Ø base/Ø máx.)/(Ø base/altura)	2	1,360	1,444	1,40222	,059711

28.13.1. Subtipo 20.1.

	N	Media
Ø Boca	1	100
Ø Máximo	1	180
Dist. Ep-borde	1	15
Altura	1	260
Tamaño	1	202,007
Ø Medio cuerpo	1	180
Ø Cuello	1	80
Ø Base	1	75
Altura cuello	1	40,0
Elementos presión	1	2
Dist. Borde- Ø máx.	1	170
Dist. Base- Ø máx.	1	100
Grosor	1	4,0
Ø boca/altura	1	,385
Ø base/altura	1	,288
Ø base/ Ø máx.	1	,417
Ø boca/ Ø máx.	1	,556
Ø máx./altura	1	,692
Dis. Borde-Ø máx./altura	1	,385
Dis. Base-Ø máx./altura	1	,750
Altura/ Ø máx.	1	1,444
Ø boca/ Ø base	1	1,333
Ø máx./ Ø cuello	1	2,25
Ø boca/ Ø cuello	1	,800
(Ø Borde/Ø máx.)/(Ø borde/altura)	1	1,444
(Ø base/Ø máx.)/(Ø base/altura)	1	1,444

28.13.2. Subtipo 20.2.

	N	Media
Ø Boca	1	105
Ø Máximo	1	175
Ø Medio cuerpo	1	175
Ø Cuello	1	94
Ø Base	1	95
Altura	1	238
Altura del cuello	1	25,0

Distancia borde- Ø máximo	1	136
Distancia base- Ø máximo	1	117
Grosor	1	10,0
Ø boca/altura	1	,441
Ø base/altura	1	,399
Ø base/ Ø máximo	1	,543
Ø boca/ Ø máximo	1	,600
Ø máximo/altura	1	,735
Ø Boca/ Altura Ø Max-BO	1	,441
Ø Base/ Altura Ø Max-BA	1	,812
Altura/ Ø máximo	1	1,360
Ø boca/ Ø base	1	1,105
Ø máximo/ Ø cuello	1	1,86
Ø boca/ Ø cuello	1	,895
Ø Borde/Ø máximo / Ø borde/altura	1	1,360
Ø base/Ø máximo / Ø base/altura	1	1,360
Tamaño (raíz cuadrada)	1	182,727

28.14. Tipo 21.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	5	180	210	193,20	11,883
Ø Máximo	5	220	250	235,00	14,248
Altura	5	180	260	219,20	31,035
Tamaño	5	189,079	222,812	211,95	13,733
Ø Medio cuerpo	1	180	180	180,00	.
Ø Cuello	4	140	207	178,50	31,032
Ø Base	5	80	130	105,20	21,052
Altura cuello	5	,0	40,0	20,000	14,5774
Altura repié	4	0	20	11,25	8,539
Dist. Boca-cuello	1	40	40	40,00	.
Elementos presión	3	0	0	,00	,000
Dist. Borde- Ø máx.	4	105	127	115,50	9,883
Dist. Base- Ø máx.	5	110	150	130,00	15,811
Grosor	4	7,0	10,0	8,250	1,2583
Ø boca/altura	5	,715	1,167	,89954	,171134
Ø base/altura	5	,338	,667	,49500	,149615
Ø base/ Ø máx.	5	,325	,591	,45235	,113500
Ø boca/ Ø máx.	5	,760	,955	,82480	,076458
Ø máx./altura	5	,919	1,250	1,08677	,143667
Dis. Borde-Ø máx./altura	1	,818	,818	,81818	.
Dis. Base-Ø máx./altura	1	1,182	1,182	1,18182	.
Altura/ Ø máx.	1	1,000	1,000	1,00000	.
Ø boca/ Ø base	5	1,385	2,500	1,90150	,422362
Ø máx./ Ø cuello	4	1,19	1,57	1,3602	,17446
Ø boca/ Ø cuello	5	,778	,975	,88944	,092723
(Ø Borde/Ø máx.)/(Ø borde/altura)	1	1,000	1,000	1,00000	.
(Ø base/Ø máx.)/(Ø base/altura)	1	1,000	1,000	1,00000	.

Anexo II

28.14.1. Subtipo 21.1.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	2	180	190	185,00	7,071
Ø Máximo	2	220	250	235,00	21,213
Ø Medio cuerpo	1	180	180	180,00	.
Ø Cuello	2	140	200	170,00	42,426
Ø Base	2	108	130	119,00	15,556
Altura	2	200	220	210,00	14,142
Altura del cuello	2	20,0	25,0	22,500	3,5355
Altura del repié	1	20	20	20,00	.
Distancia borde- Ø máximo	2	110	120	115,00	7,071
Distancia ba- Ø máximo	2	110	140	125,00	21,213
Grosor	2	8,0	10,0	9,000	1,4142
Ø boca/altura	2	,818	,950	,88409	,093210
Ø base/altura	2	,540	,591	,56545	,035998
Ø base/ Ø máximo	2	,432	,591	,51145	,112366
Ø boca/ Ø máximo	2	,760	,818	,78909	,041141
Ø máximo/altura	2	1,000	1,250	1,12500	,176777
Ø Boca/ Altura Ø Max-BO	1	,818	,818	,81818	.
Ø Base/ Altura Ø Max-BA	1	1,182	1,182	1,18182	.
Altura/ Ø máxima	1	1,000	1,000	1,00000	.
Ø boca/ Ø base	2	1,385	1,759	1,57194	,264913
Ø máximo/ Ø cuello	2	1,25	1,57	1,4107	,22728
Ø boca/ Ø cuello	2	,778	,974	,87573	,138527
Ø Borde/Ø máximo / Ø borde/altura	1	1,000	1,000	1,00000	.
Ø base/Ø máximo / Ø base/altura	1	1,000	1,000	1,00000	.
Tamaño (raíz cuadrada)	2	209,387	218,788	214,08738	6,647063

28.14.2. Subtipo 21.2.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	2	200	210	205,00	7,071
Ø Máximo	2	220	246	233,00	18,385
Altura	2	180	236	208,00	39,598
Tamaño	2	189,079	222,812	205,94546	23,852289
Ø Cuello	1	207	207	207,00	.
Ø Base	2	80	120	100,00	28,284
Altura cuello	2	,0	15,0	7,500	10,6066
Altura repié	2	0	15	7,50	10,607
Dist. Borde- Ø máx.	1	105	105	105,00	.
Dist. Base- Ø máx.	2	120	150	135,00	21,213
Grosor	1	7,0	7,0	7,000	.
Ø boca/altura	2	,847	1,167	1,00706	,225715
Ø base/altura	2	,339	,667	,50282	,231707
Ø base/ Ø máx.	2	,325	,545	,43533	,155741

Ø boca/ Ø máx.	2	,813	,955	,88378	,100082
Ø máx./altura	2	1,042	1,222	1,13230	,127173
Ø boca/ Ø base	2	1,750	2,500	2,12500	,530330
Ø máx./ Ø cuello	1	1,19	1,19	1,1884	.
Ø boca/ Ø cuello	2	,914	,975	,94464	,042931

28.14.3. Subtipo 21.3.

	N	Media
Ø Boca	1	186
Ø Máximo	1	239
Ø Cuello	1	167
Ø Base	1	88
Altura	1	260
Altura del cuello	1	40,0
Altura del repié	1	10
Distancia borde-cuello	1	40
Elementos de prensión	1	0
Distancia borde- Ø máximo	1	127
Distancia base- Ø máximo	1	130
Grosor	1	8,0
Ø boca/altura	1	,715
Ø base/altura	1	,338
Ø base/ Ø máximo	1	,368
Ø boca/ Ø máximo	1	,778
Ø máximo/altura	1	,919
Ø boca/ Ø base	1	2,114
Ø máximo/ Ø cuello	1	1,43
Ø boca/ Ø cuello	1	,806
Tamaño (raíz cuadrada)	1	219,700

28.15. Tipo 22.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	7	145	210	175,57	23,437
Ø Máximo	7	204	267	238,57	21,999
Dist. Ep-borde	5	10	140	85,00	55,000
Altura	7	279	314	289,57	13,113
Tamaño	7	221,411	255,294	237,24627	13,585872
Ø Medio cuerpo	4	204	250	229,50	21,378
Ø Cuello	7	111	203	161,86	33,953
Ø Base	7	90	126	102,86	11,824
Altura cuello	7	18,0	37,0	26,143	7,3355
Altura repié	2	0	17	8,50	12,021
Dist. Boca-cuello	7	15	66	27,00	17,578
Elementos prensión	7	0	2	,29	,756

Anexo II

Dist. Borde- Ø máx.	5	120	152	137,00	14,036
Dist. Base- Ø máx.	7	140	175	157,29	12,971
Grosor	7	7,0	9,0	7,857	,8997
Ø boca/altura	7	,483	,750	,60898	,098335
Ø base/altura	7	,306	,420	,35564	,041073
Ø base/ Ø máx.	7	,367	,573	,43453	,067513
Ø boca/ Ø máx.	7	,659	,882	,73721	,085903
Ø máx./altura	7	,703	,954	,82631	,096189
Dis. Borde-Ø máx./altura	4	,483	,714	,58674	,102447
Dis. Base-Ø máx./altura	4	,529	,786	,65336	,119657
Altura/ Ø máx.	4	1,120	1,422	1,29802	,130875
Ø boca/ Ø base	7	1,151	2,143	1,73157	,322178
Ø máx./ Ø cuello	7	1,28	2,20	1,5271	,34018
Ø boca/ Ø cuello	7	,669	,975	,87791	,104067
(Ø Borde/Ø máx.)/(Ø borde/altura)	4	1,120	1,422	1,29802	,130875
(Ø base/Ø máx.)/(Ø base/altura)	4	1,120	1,422	1,29802	,130875

28.15.1. Subtipo 22.2.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	2	145	154	149,50	6,364
Ø Máximo	2	220	229	224,50	6,364
Dist. Ep-borde	1	110	110	110,00	.
Altura	2	284	300	292,00	11,314
Tamaño	2	221,411	236,761	229,08	10,854
Ø Medio cuerpo	1	220	220	220,00	.
Ø Cuello	2	125	164	144,50	27,577
Ø Base	2	100	126	113,00	18,385
Altura cuello	2	20,0	33,0	26,500	9,1924
Altura repié	1	0	0	,00	.
Dist. Boca-cuello	2	19	25	22,00	4,243
Elementos presión	2	0	0	,00	,000
Dist. Borde- Ø máx.	1	125	125	125,00	.
Dist. Base- Ø máx.	2	150	175	162,50	17,678
Grosor	2	8,0	9,0	8,500	,7071
Ø boca/altura	2	,483	,542	,51279	,041663
Ø base/altura	2	,352	,420	,38606	,048004
Ø base/ Ø máx.	2	,437	,573	,50470	,096199
Ø boca/ Ø máx.	2	,659	,672	,66579	,009474
Ø máx./altura	2	,733	,806	,76984	,051622
Dis. Borde-Ø máx./altura	1	,483	,483	,48333	.
Dis. Base-Ø máx./altura	1	,720	,720	,72000	.
Altura/ Ø máx.	1	1,364	1,364	1,36364	.
Ø boca/ Ø base	2	1,151	1,540	1,34540	,275210
Ø máx./ Ø cuello	2	1,40	1,76	1,5782	,25715

Ø boca/ Ø cuello	2	,862	,974	,91805	,079166
(Ø Borde/Ø máx.)/(Ø borde/altura)	1	1,364	1,364	1,36364	.
(Ø base/Ø máx.)/(Ø base/altura)	1	1,364	1,364	1,36364	.

28.15.2. Subtipo 22.3.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	2	180	200	190,00	14,142
Ø Máximo	2	204	250	227,00	32,527
Dist. Ep-borde	2	10	120	65,00	77,782
Altura	2	280	290	285,00	7,071
Tamaño	2	223,282	232,398	227,84035	6,446008
Ø Medio cuerpo	2	204	250	227,00	32,527
Ø Cuello	2	160	195	177,50	24,749
Ø Base	2	90	110	100,00	14,142
Altura cuello	2	18,0	30,0	24,000	8,4853
Dist. Boca-cuello	2	15	18	16,50	2,121
Elementos presión	2	0	0	,00	,000
Dist. Borde- Ø máx.	2	120	140	130,00	14,142
Dist. Base- Ø máx.	2	140	170	155,00	21,213
Grosor	2	7,0	8,0	7,500	,7071
Ø boca/altura	2	,621	,714	,66749	,066182
Ø base/altura	2	,310	,393	,35160	,058345
Ø base/ Ø máx.	2	,440	,441	,44059	,000832
Ø boca/ Ø máx.	2	,800	,882	,84118	,058232
Ø máx./altura	2	,703	,893	,79815	,133932
Dis. Borde-Ø máx./altura	2	,621	,714	,66749	,066182
Dis. Base-Ø máx./altura	2	,529	,786	,65756	,181233
Altura/ Ø máx.	2	1,120	1,422	1,27078	,213241
Ø boca/ Ø base	2	1,818	2,000	1,90909	,128565
Ø máx./ Ø cuello	2	1,28	1,28	1,2785	,00499
Ø boca/ Ø cuello	2	,889	,975	,93194	,060890
(Ø Borde/Ø máx.)/(Ø borde/altura)	2	1,120	1,422	1,27078	,213241
(Ø base/Ø máx.)/(Ø base/altura)	2	1,120	1,422	1,27078	,213241

28.15.3. Subtipo 22.4.

	N	Media
Ø Boca	1	166
Ø Máximo	1	244
Ø Medio cuerpo	1	244
Ø Cuello	1	111
Ø Base	1	96
Altura	1	314
Altura del cuello	1	37,0
Distancia boca-cuello	1	66

Anexo II

Elementos de prensión	1	0
Distancia EP-borde	1	140
Distancia borde- Ø máximo	1	148
Distancia base- Ø máximo	1	166
Grosor	1	7,0
Ø boca/altura	1	,529
Ø base/altura	1	,306
Ø base/ Ø máximo	1	,393
Ø boca/ Ø máximo	1	,680
Ø máximo/altura	1	,777
Ø Boca/ Altura Ø Max-BO	1	,529
Ø Base/ Altura Ø Max-BA	1	,578
Altura/ Ø máximo	1	1,287
Ø boca/ Ø base	1	1,729
Ø máximo/ Ø cuello	1	2,20
Ø boca/ Ø cuello	1	,669
Ø Borde/Ø máximo / Ø borde/altura	1	1,287
Ø base/Ø máximo / Ø base/altura	1	1,287
Tamaño (raíz cuadrada)	1	236,669

28.16. Tipo 23.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	3	117	165	147,33	26,388
Ø Máximo	3	228	254	237,33	14,468
Dist. Ep-borde	1	55	55	55,00	.
Altura	3	275	292	283,00	8,544
Tamaño	3	226,148	245,375	238,27043	10,549928
Ø Cuello	3	120	166	150,33	26,274
Ø Base	3	88	110	97,67	11,240
Altura cuello	3	25,0	45,0	36,667	10,4083
Altura repié	3	0	15	5,00	8,660
Dist. Borde- Ø máx.	2	133	144	138,50	7,778
Dist. Base- Ø máx.	3	150	180	163,33	15,275
Grosor	3	6,0	8,0	7,333	1,1547
Ø boca/altura	3	,415	,600	,52095	,095461
Ø base/altura	3	,301	,400	,34608	,049955
Ø base/ Ø máx.	3	,346	,478	,41379	,065949
Ø boca/ Ø máx.	3	,513	,717	,62016	,102466
Ø máx./altura	3	,809	,870	,83825	,030719
Ø boca/ Ø base	3	1,232	1,818	1,51659	,293653
Ø máx./ Ø cuello	3	1,39	1,90	1,6080	,26187
Ø boca/ Ø cuello	3	,909	1,031	,96017	,063488

28.17. Tipo 24.

	N	Media
--	---	-------

Ø Boca	1	190
Ø Máximo	1	240
Ø Medio cuerpo	1	240
Ø Cuello	1	175
Ø Base	1	115
Altura	1	260
Distancia borde-Ø máxima	1	120
Distancia base- Ø máxima	1	140
Grosor	1	8,0
Ø boca/altura	1	,731
Ø base/altura	1	,442
Ø base/ Ø máximo	1	,479
Ø boca/ Ø máximo	1	,792
Ø máximo/altura	1	,923
Ø Boca/ Altura Ø Max-BO	1	,731
Ø Base/ Altura Ø Max-BA	1	,821
Altura/ Ø máximo	1	1,083
Ø boca/ Ø base	1	1,652
Ø máximo/ Ø cuello	1	1,37
Ø boca/ Ø cuello	1	,921
Ø Borde/Ø máximo / Ø borde/altura	1	1,083
Ø base/Ø máximo / Ø base/altura	1	1,083
Tamaño (raíz cuadrada)	1	292,698

28.18. Tipo 25.

	N	Media
Ø Boca	1	140
Ø Máximo	1	370
Ø Medio cuerpo	1	370
Ø Cuello	1	120
Ø Base	1	140
Altura	1	400
Altura cuello	1	80,0
Distancia EP-borde	1	40
Distancia borde- Ø máximo	1	240
Distancia base- Ø máximo	1	160
Grosor	1	8,0
Ø boca/altura	1	,350
Ø base/altura	1	,350
Ø base/ Ø máximo	1	,378
Ø boca/ Ø máximo	1	,378
Ø máximo/altura	1	,925
Ø Boca/ Altura Ø Max-BO	1	,350
Ø Base/ Altura Ø Max-BA	1	,875
Altura/ Ø máximo	1	1,081
Ø boca/ Ø base	1	1,000
Ø máximo/ Ø cuello	1	3,08
Ø boca/ Ø cuello	1	,857

Anexo II

Ø Borde/Ø máximo / Ø borde/altura	1	1,081
Ø base/Ø máximo / Ø base/altura	1	1,081
Tamaño (raíz cuadrada)	1	314,579

28.19. Tipo 26.

	N	Media
Ø Boca	1	82
Ø Máximo	1	350
Ø Cuello	1	105
Ø Base	1	150
Altura	1	333
Altura cuello	1	11,0
Distancia borde- Ø máximo	1	141
Distancia base- Ø máximo	1	200
Ø boca/altura	1	,246
Ø base/altura	1	,450
Ø base/ Ø máximo	1	,428
Ø boca/ Ø máximo	1	,234
Ø máximo/altura	1	1,051
Ø boca/ Ø base	1	,546
Ø boca/ Ø cuello	1	10,365
Tamaño (raíz cuadrada)	1	307,998

28.20. Tipo 27.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	3	191	198	195,00	3,606
Ø Máximo	3	270	345	305,33	37,687
Ø Medio cuerpo	1	270	270	270,00	.
Ø Cuello	3	179	194	186,33	7,506
Ø Base	3	100	111	107,00	6,083
Altura	3	298	339	317,00	20,664
Altura del cuello	3	10,0	55,0	28,333	23,6291
Altura del repié	2	0	10	5,00	7,071
Distancia EP-borde	2	20	160	90,00	98,995
Distancia borde- Ø máximo	3	125	185	158,33	30,551
Distancia base- Ø máximo	3	150	215	175,00	35,000
Grosor	3	5,0	11,0	7,667	3,0551
Ø boca/altura	3	,563	,664	,61735	,050851
Ø base/altura	3	,327	,350	,33777	,011600
Ø base/ Ø máximo	3	,290	,411	,35547	,061241
Ø boca/ Ø máximo	3	,574	,707	,64416	,067022
Ø máximo/altura	3	,796	1,158	,97093	,180944
Ø Boca/ Altura Ø Max-BO	1	,563	,563	,56342	.
Ø Base/ Altura Ø Max-BA	1	,516	,516	,51628	.
Altura/ Ø máximo	1	1,256	1,256	1,25556	.
Ø boca/ Ø base	3	1,721	1,980	1,82751	,135545

Ø máximo/ Ø cuello	3	1,45	1,78	1,6372	,16783
Ø boca/ Ø cuello	3	,842	,974	,90825	,065997
Ø Borde/Ø máximo / Ø borde/altura	1	1,256	1,256	1,25556	.
Ø base/Ø máximo / Ø base/altura	1	1,256	1,256	1,25556	.
Tamaño (raíz cuadrada)	3	267,314	282,434	272,37176	8,714251

28.20.1. Subtipo 27.1.

	N	Media
Ø Boca	1	198
Ø Máximo	1	345
Dist. Ep-borde	1	160
Altura	1	298
Tamaño	1	282,434
Ø Cuello	1	194
Ø Base	1	100
Altura cuello	1	20,0
Altura repié	1	10
Dist. Borde- Ø máx.	1	165
Dist. Base- Ø máx.	1	160
Grosor	1	5,0
Ø boca/altura	1	,664
Ø base/altura	1	,336
Ø base/ Ø máx.	1	,290
Ø boca/ Ø máx.	1	,574
Ø máx./altura	1	1,158
Ø boca/ Ø base	1	1,980
Ø máx./ Ø cuello	1	1,78
Ø boca/ Ø cuello	1	,909

28.20.2. Subtipo 27.2.

	N	Media
Ø Boca	1	191
Ø Máximo	1	270
Dist. Ep-borde	1	20
Altura	1	339
Tamaño	1	267,367
Ø Medio cuerpo	1	270
Ø Cuello	1	186
Ø Base	1	111
Altura cuello	1	10,0
Dist. Borde- Ø máx.	1	125
Dist. Base- Ø máx.	1	215
Grosor	1	11,0
Ø boca/altura	1	,563
Ø base/altura	1	,327

Anexo II

Ø base/ Ø máx.	1	,411
Ø boca/ Ø máx.	1	,707
Ø máx./altura	1	,796
Dis. Borde-Ø máx./altura	1	,563
Dis. Base-Ø máx./altura	1	,516
Altura/ Ø máx.	1	1,256
Ø boca/ Ø base	1	1,721
Ø máx./ Ø cuello	1	1,45
Ø boca/ Ø cuello	1	,974
(Ø Borde/Ø máx.)/(Ø borde/altura)	1	1,256
(Ø base/Ø máx.)/(Ø base/altura)	1	1,256

28.20.3. Subtipo 27.3.

	N	Media
Ø Boca	1	196
Ø Máximo	1	301
Altura	1	314
Tamaño	1	267,314
Ø Cuello	1	179
Ø Base	1	110
Altura cuello	1	55,0
Altura repié	1	0
Dist. Borde- Ø máx.	1	185
Dist. Base- Ø máx.	1	150
Grosor	1	7,0
Ø boca/altura	1	,624
Ø base/altura	1	,350
Ø base/ Ø máx.	1	,365
Ø boca/ Ø máx.	1	,651
Ø máx./altura	1	,959
Ø boca/ Ø base	1	1,782
Ø máx./ Ø cuello	1	1,68
Ø boca/ Ø cuello	1	,842

28.21. Tipo 28.

	N	Media
Ø Boca	1	140
Ø Máximo	1	325
Ø Medio cuerpo	1	325
Ø Cuello	1	140
Ø Base	1	190
Altura	1	311
Altura del cuello	1	40,0
Distancia base- Ø máximo	1	160
Ø boca/altura	1	,450

Ø base/altura	1	,610
Ø base/ Ø máximo	1	,584
Ø boca/ Ø máximo	1	,430
Ø máximo/altura	1	1,045
Ø boca/ Ø base	1	,736
Ø boca/ Ø cuello	1	1,000
Tamaño (raíz cuadrada)	1	285,697

28.22. Tipo 29.

	N	Media
Ø Boca	1	166
Ø Máximo	1	316
Ø Medio cuerpo	1	316
Ø Cuello	1	113
Altura	1	366
Altura del cuello	1	50,0
Distancia EP-borde	1	2
Distancia borde- Ø máximo	1	233
Grosor	1	10,0
Ø boca/altura	1	,454
Ø boca/ Ø máximo	1	,525
Ø máximo/altura	1	,863
Ø Boca/ Altura Ø Max-BO	1	,454
Altura/ Ø máximo	1	1,158
Ø máximo/ Ø cuello	1	2,80
Ø boca/ Ø cuello	1	,681
Ø Borde/Ø máximo / Ø borde/altura	1	1,158
Tamaño (raíz cuadrada)	1	298,431

28.23. Tipo 30.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Ø Boca	2	270	300	285,00	21,213
Ø Máximo	2	304	340	322,00	25,456
Dist. Ep-borde	2	80	90	85,00	7,071
Altura	2	360	400	380,00	28,284
Tamaño	2	318,713	339,333	329,02310	14,580636
Ø Medio cuerpo	2	118	304	211,00	131,522
Ø Cuello	2	200	264	232,00	45,255
Ø Base	2	115	144	129,50	20,506
Altura cuello	2	43,0	60,0	51,500	12,0208
Dist. Borde- Ø máx.	2	130	230	180,00	70,711
Dist. Base- Ø máx.	2	130	170	150,00	28,284
Grosor	2	8,0	9,0	8,500	,7071
Ø boca/altura	2	,750	,750	,75000	,000000
Ø base/altura	2	,319	,360	,33972	,028677
Ø base/ Ø máx.	2	,338	,474	,40596	,095777
Ø boca/ Ø máx.	2	,794	,987	,89048	,136277

Anexo II

Ø máx./altura	2	,760	,944	,85222	,130422
Dis. Borde-Ø máx./altura	2	,750	,750	,75000	,000000
Dis. Base-Ø máx./altura	2	,847	,885	,86584	,026556
Altura/ Ø máx.	2	1,059	1,316	1,18731	,181702
Ø boca/ Ø base	2	2,083	2,348	2,21558	,187025
Ø máx./ Ø cuello	2	1,15	1,70	1,4258	,38784
Ø boca/ Ø cuello	2	,741	,880	,81037	,098471
(Ø Borde/Ø máx.)/(Ø borde/altura)	2	1,059	1,316	1,18731	,181702
(Ø base/Ø máx.)/(Ø base/altura)	2	1,059	1,316	1,18731	,181702

28.24. Tipo 31.

	N	Media
Ø Boca	1	190
Ø Máximo	1	224
Ø Medio cuerpo	1	224
Ø Cuello	1	154
Altura	1	450
Altura del cuello	1	55,0
Distancia EP-borde	1	35
Distancia borde- Ø máximo	1	335
Distancia base- Ø máximo	1	115
Grosor	1	8,0
Ø boca/altura	1	,422
Ø boca/ Ø máximo	1	,848
Ø máximo/altura	1	,498
Ø Boca/ Altura Ø Max-BO	1	,422
Altura/ Ø máximo	1	2,009
Ø máximo/ Ø cuello	1	1,45
Ø boca/ Ø cuello	1	,811
Ø Borde/Ø máximo / Ø borde/altura	1	2,009
Tamaño (raíz cuadrada)	1	284,647

28.25. Tipo 32.

	N	Media
Ø Boca	1	521
Ø Máximo	1	521
Ø Medio cuerpo	1	473
Ø Cuello	1	521
Ø Base	1	285
Altura	1	199
Altura del cuello	1	,0
Altura del repié	1	15
Distancia EP-borde	1	30
Distancia borde- Ø máximo	1	0
Distancia base- Ø máximo	1	199

Grosor	1	8,0
Ø boca/altura	1	2,618
Ø base/altura	1	1,432
Ø base/ Ø máximo	1	,547
Ø boca/ Ø máximo	1	1,000
Ø máximo/altura	1	2,618
Ø Boca/ Altura Ø Max-BO	1	2,618
Ø Base/ Altura Ø Max-BA	1	1,432
Altura/ Ø máximo	1	,382
Ø boca/ Ø base	1	1,828
Ø máximo/ Ø cuello	1	1,00
Ø boca/ Ø cuello	1	1,000
Ø Borde/Ø máximo / Ø borde/altura	1	,382
Ø base/Ø máximo / Ø base/altura	1	,382
Tamaño (raíz cuadrada)	1	299,159

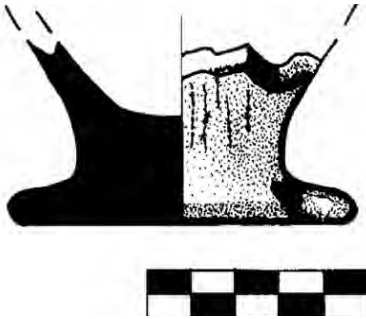
ANEXO III

GLOSARIO DE PIEZAS DE PERFIL NO RECONSTITUIBLE

A continuación, se presenta en este anexo una descripción tipológica de todas aquellas piezas cerámicas que se han contemplado en esta investigación y que no habían sido consideradas en el Capítulo 7 dedicado al análisis morfo-potencial de las vasijas, debido a que no presentaban un perfil reconstituible. En todo caso, para la descripción de los rasgos tipológicos de estas piezas más fragmentarias, se ha seguido el mismo procedimiento ya empleado con las cerámicas de perfil completo o reconstituible. Es decir, se han seguido los parámetros recogidos por Calvo *et al.* (2004) a la hora de articular las descripciones.

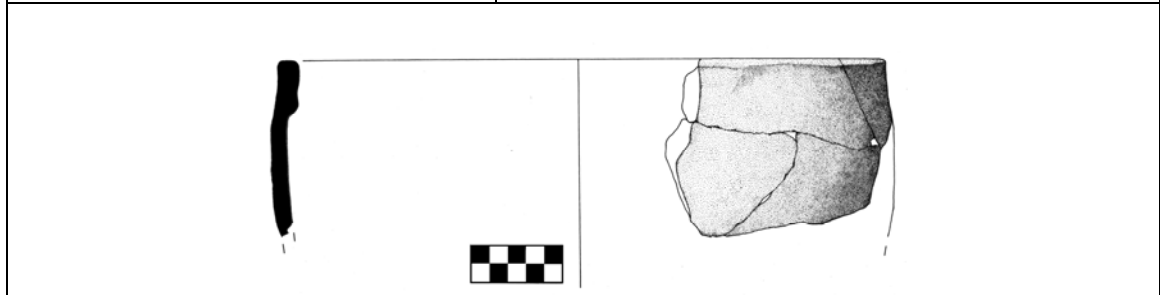
1. Puig de Sa Morisca.

1.1. SM-2.

Base	Base plana con moldura exterior
Unión base-cuerpo	Unión con pie macizo de desarrollo bajo
Cuello	-
Borde	-
Elementos de prensión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Medidas (García Rosselló y Quintana 2003)	Diámetro de la base en la moldura exterior: 78 mm Diámetro del fondo de la pieza: 26 mm Diámetro del repie 46 mm Altura del repie: 22 mm Altura de la moldura exterior: 8 mm
	

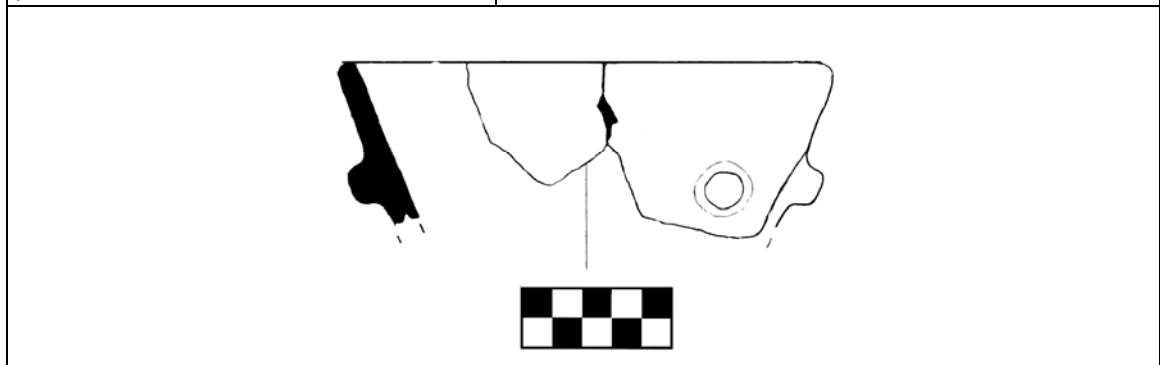
1.2. SM-3.

Base	-
Cuerpo	Forma ovoide horizontal. Forma IIb
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde recto con labio plano con engrosamiento interior
Elementos de prensión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de abertura	Recta
Ø Boca	320 mm



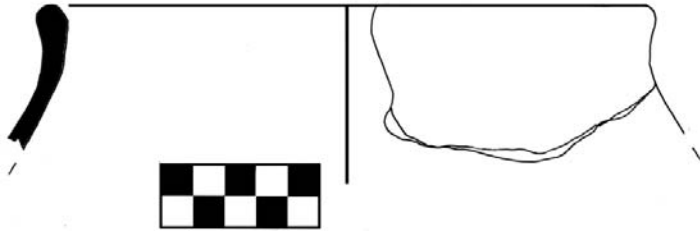
1.3. SM-181.

Base	-
Cuerpo	Forma que deriva de un troncocono. Forma III
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde divergente con labio redondo sin engrosar
Elementos de prensión	-
Elementos plástico-decorativos	Mamelones redondeados
Tendencia de abertura	Abierta
Ø Boca	170 mm



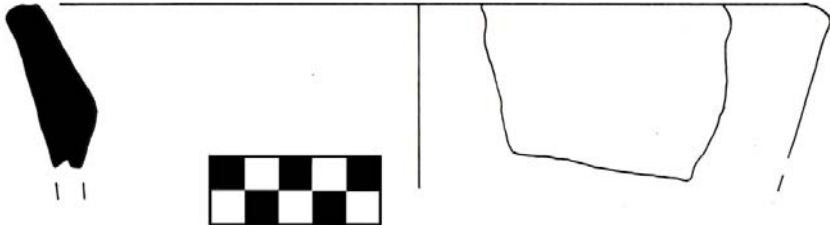
1.4. SM-198.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo incipiente
Borde	Borde recto con labio redondo engrosado en el exterior
Elementos de prensión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de abertura	Recta
Ø Boca	190 mm



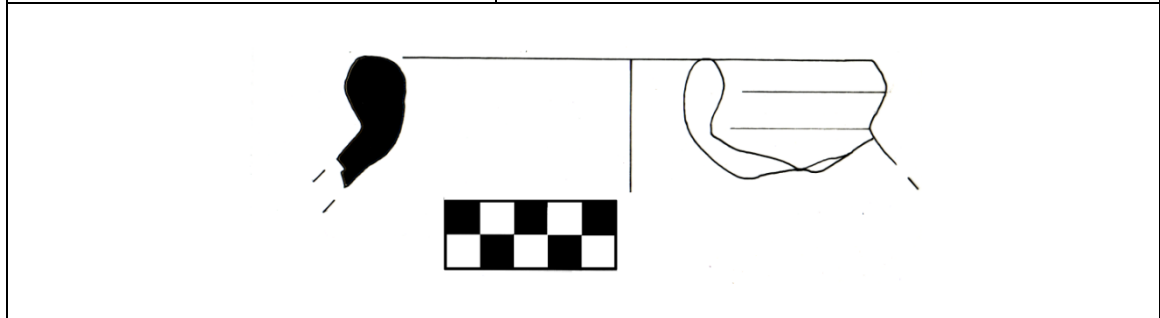
1.5. SM-238.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	-
Borde	Borde divergente recto con labio redondeado con engrosamiento exterior
Elementos de prensión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de abertura	Abierta
Ø Boca	230 mm



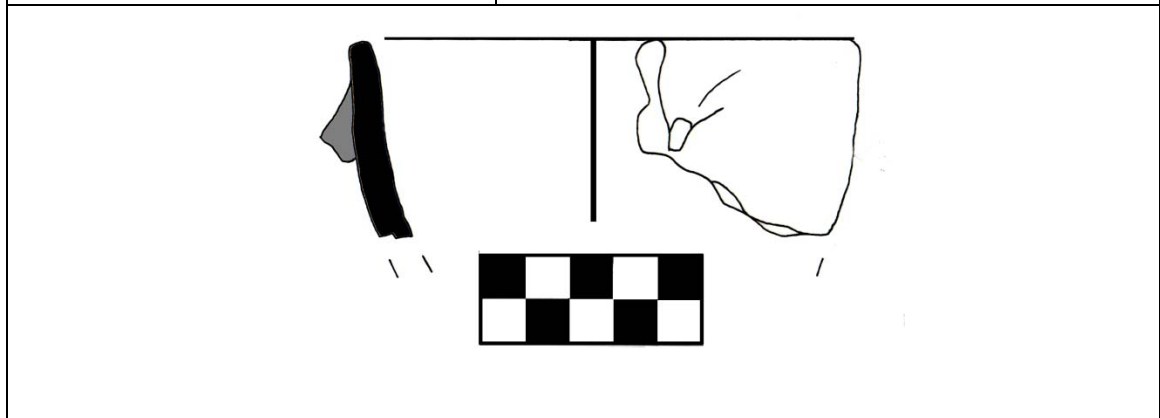
1.6. SM-245.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo incipiente
Borde	Borde recto con labio redondo con engrosamiento exterior
Elementos de prensión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de abertura	Recta
Ø Boca	304 mm



1.7. SM-280.

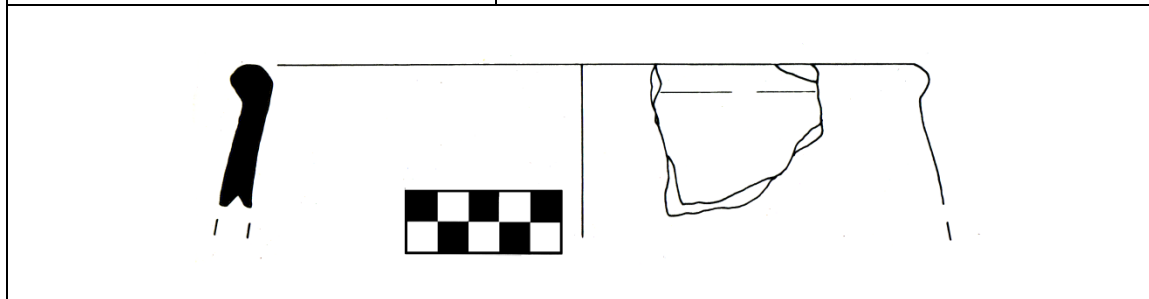
Base	-
Cuerpo	Forma ovoide divergente. Forma IIb
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde divergente recto con labio plano
Elementos de prensión	-
Elementos plástico-decorativos	Mamelón descendente
Tendencia de abertura	Abierta
Ø Boca	104 mm



Anexo III

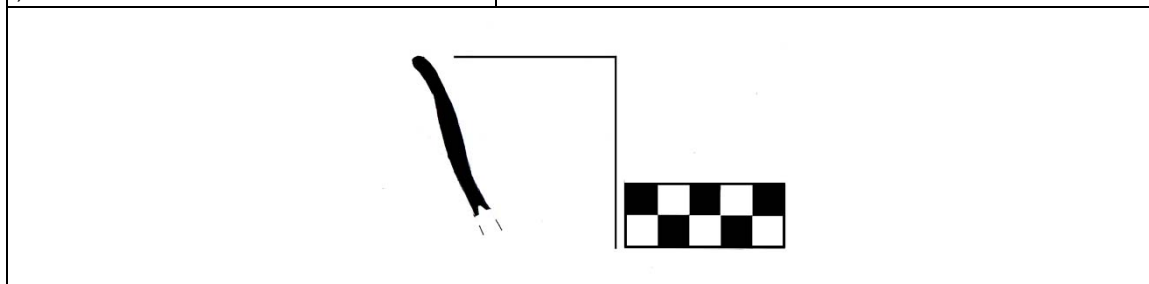
1.8. SM-284.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde convergente curvado con labio redondo con engrosamiento exterior
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de abertura	Cerrada
Ø Boca	260 mm



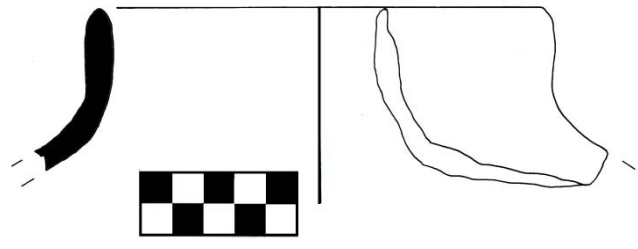
1.9. SM-293.

Base	-
Cuerpo	Forma ovoide divergente. Forma IIb
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde divergente curvado con labio redondeado
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de abertura	Abierta
Ø Boca	-



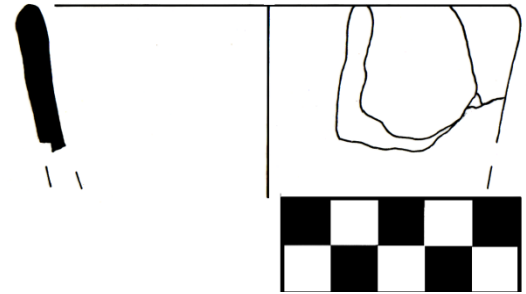
1.10. SM-325.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo medio
Borde	Borde recto con labio redondo sin engrosar
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Recta
Ø Boca	140 mm



1.11. SM-349.

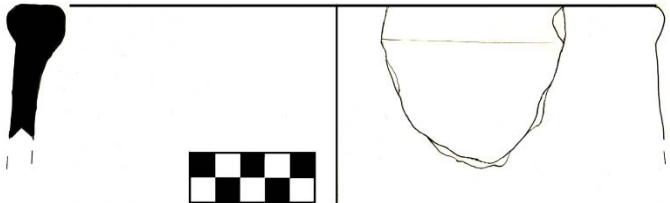
Base	-
Cuerpo	Forma ovoide divergente. Forma IIb
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde divergente recto con labio redondo sin engrosar
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	220 mm



Anexo III

1.12. SM- 386.

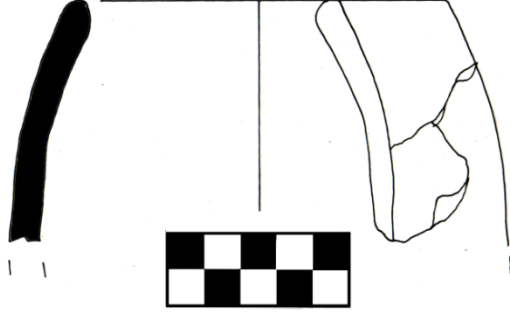
Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde convergente curvado con labio plano con engrosamiento a ambos lados
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Cerrada
Ø Boca	340 mm



The image shows a technical drawing of a ceramic vessel. On the left is a solid black silhouette of the vessel's profile. In the center is a checkerboard scale used for measurement. On the right is a line drawing showing the vessel's profile with a curved, converging rim and a flat lip. A horizontal line is drawn across the top of the vessel's body.

1.13. SM-394.

Base	-
Cuerpo	Forma ovoide horizontal. Forma IIc
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde convergente curvado con labio redondo
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Cerrada
Ø Boca	224 mm



The image shows a technical drawing of a ceramic vessel. On the left is a solid black silhouette of the vessel's profile, which is curved. In the center is a checkerboard scale used for measurement. On the right is a line drawing showing the vessel's profile with a curved, converging rim and a rounded lip. A horizontal line is drawn across the top of the vessel's body.

1.14. SM-416.

Base	-
Cuerpo	Forma ovoide divergente. Forma IIb
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde recto con labio redondeado
Elementos de prensión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Recta
Ø Boca	-

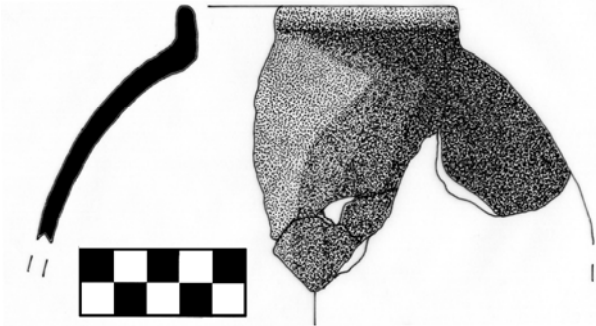
1.15. SM-426.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo incipiente
Borde	Borde divergente curvado con labio redondeado
Elementos de prensión	Presencia de asas
Elementos plástico-decorativos	
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	-

Anexo III

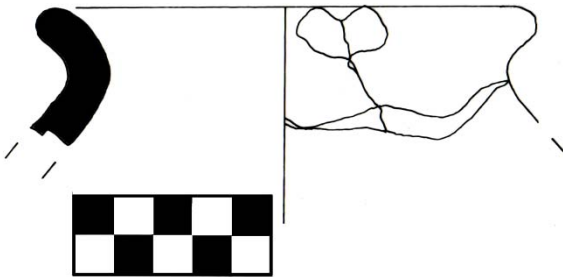
1.16. SM-468.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo incipiente
Borde	Borde recto con labio redondo
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de abertura	Recta
Ø Boca	80 mm



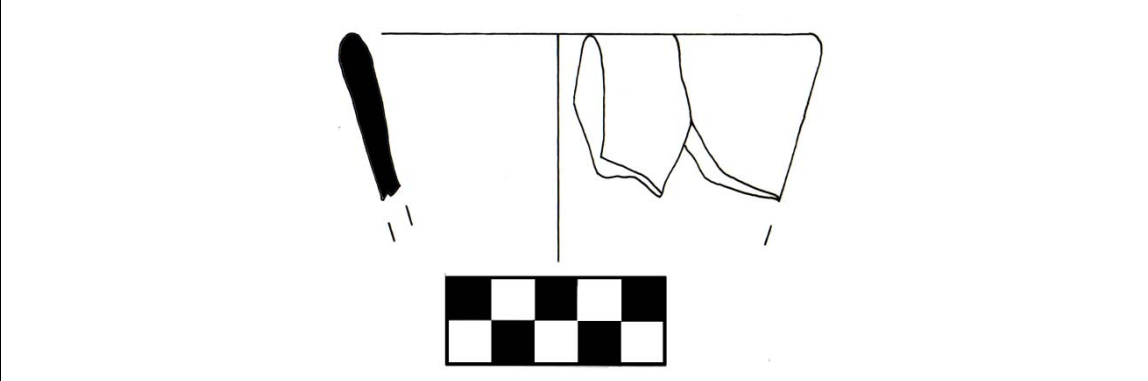
1.17. SM-470.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo incipiente
Borde	Borde divergente curvado con labio redondeado
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de abertura	Abierta
Ø Boca	116 mm



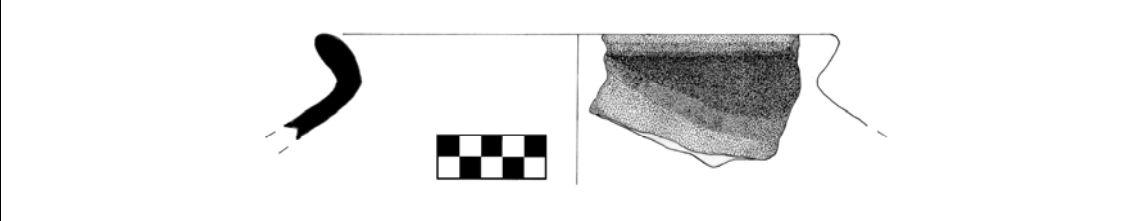
1.18. SM-471.

Base	-
Cuerpo	Forma que deriva de un troncocono. Forma III
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde divergente recto con labio redondeado
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	94 mm



1.19. SM-472.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo incipiente
Borde	Borde divergente curvado con labio redondeado
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	242 mm



Anexo III

1.20. SM-473.

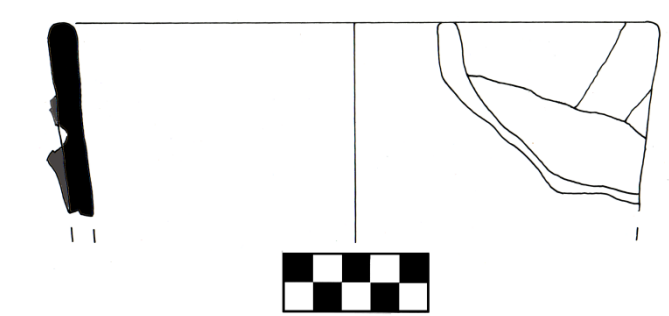
Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo incipiente
Borde	Borde divergente curvado con labio plano
Elementos de prensión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	112 mm

1.21. SM-475.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde recto con labio plano con engrosamiento exterior en ángulo
Elementos de prensión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	170 mm

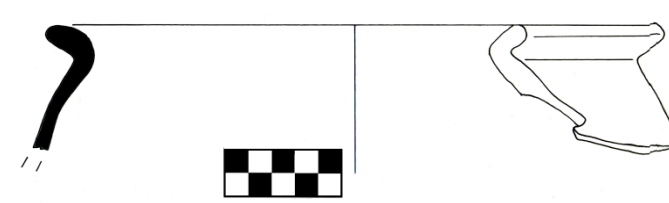
1.22. SM-484.

Base	-
Cuerpo	Forma ovoide divergente. Forma IIb
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde recto con labio redondeado
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	Mamelón piramidal ascendente
Tendencia de obertura	Recta
Ø Boca	200 mm



1.23. SM-495.

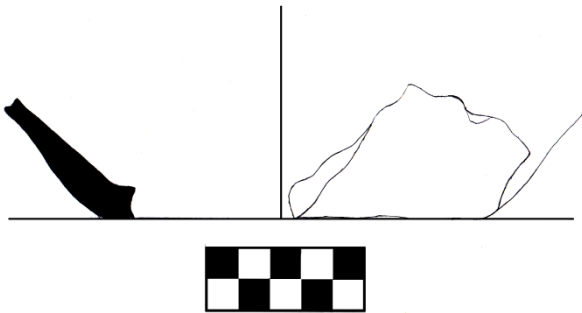
Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo incipiente
Borde	Borde divergente curvado con labio redondeado
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	254 mm



Anexo III

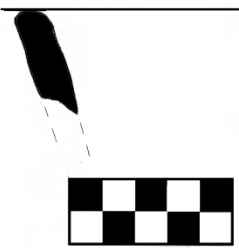
1.24. SM-627.

Base	Base plana roma
Unión base-cuerpo	En ángulo
Cuello	-
Borde	-
Elementos de prensión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	-
Ø Base	-



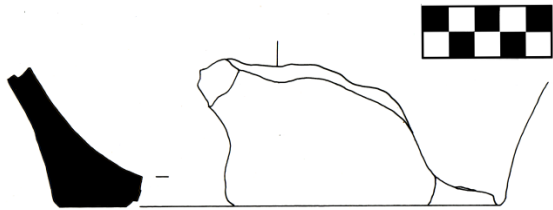
1.25. SM-634.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde divergente recto con labio redondeado
Elementos de prensión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	-



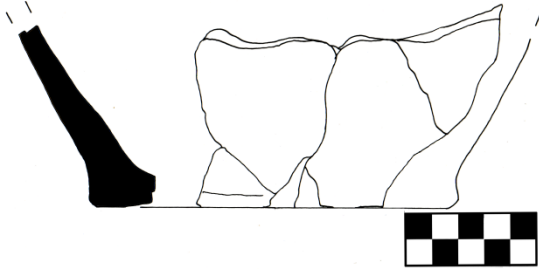
1.26. SM-642.

Base	Base plana roma
Unión base-cuerpo	En curva continua
Cuello	-
Borde	-
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	-
Ø Base	-



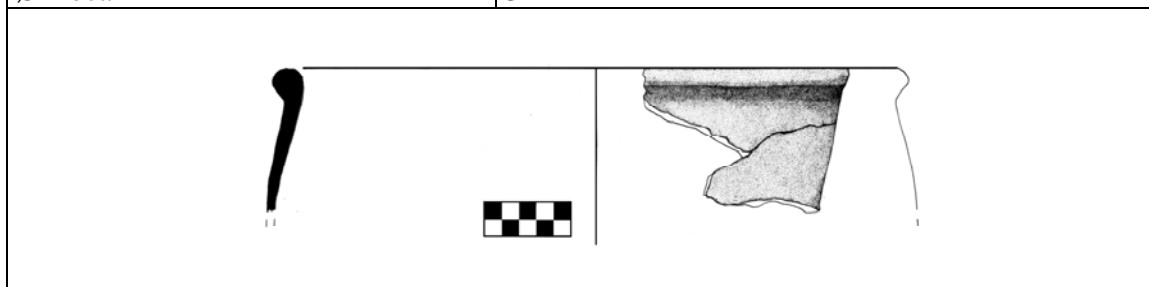
1.27. SM-659.

Base	Base plana roma
Unión base-cuerpo	En curva continua
Cuello	-
Borde	-
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	-
Ø Boca	132 mm



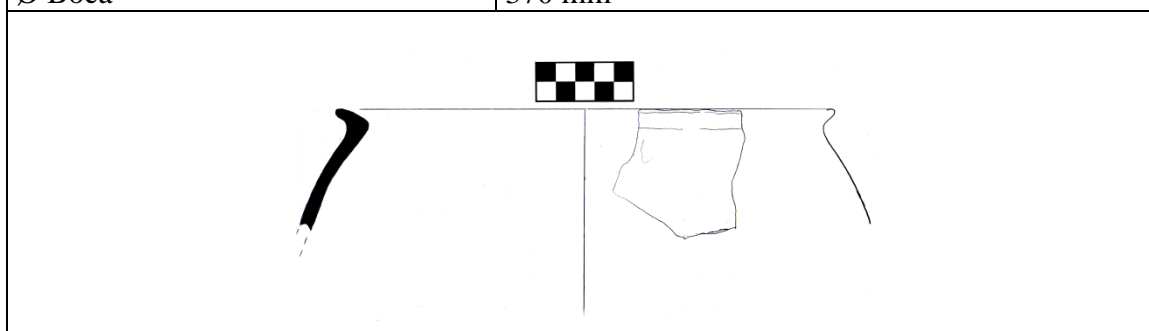
1.28. SM-661.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde convergente curvado con labio redondo con engrosamiento exterior
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Cerrada
Ø Boca	342 mm



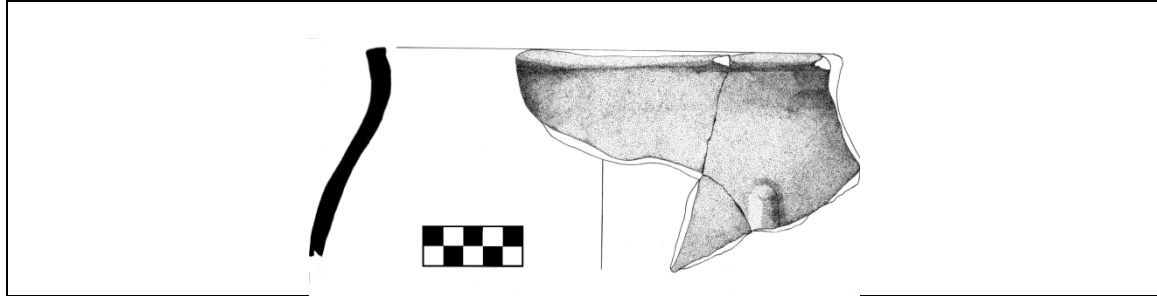
1.29. SM-663.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo incipiente
Borde	Borde divergente curvado con labio redondeado
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	370 mm



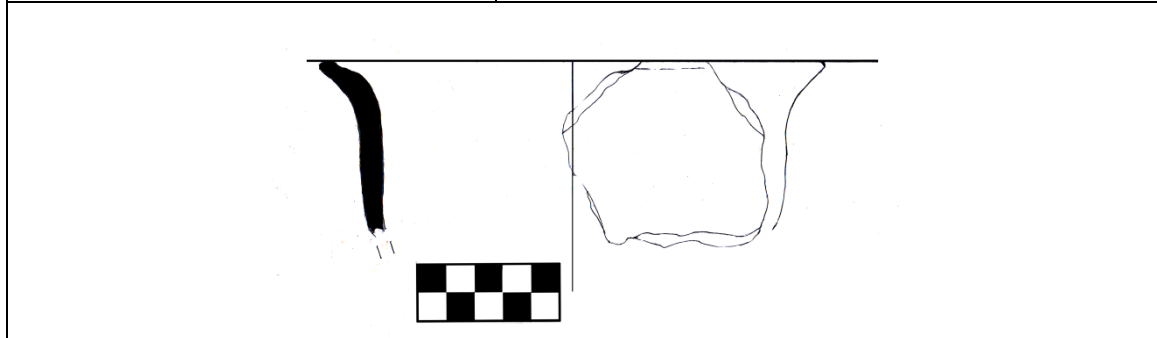
1.30. SM- 665.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo incipiente
Borde	Borde divergente recto con labio plano
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	Bandas verticales
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	220 mm



1.31. SM-683.


Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo incipiente
Borde	Borde divergente curvado con labio redondeado
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	-



Anexo III

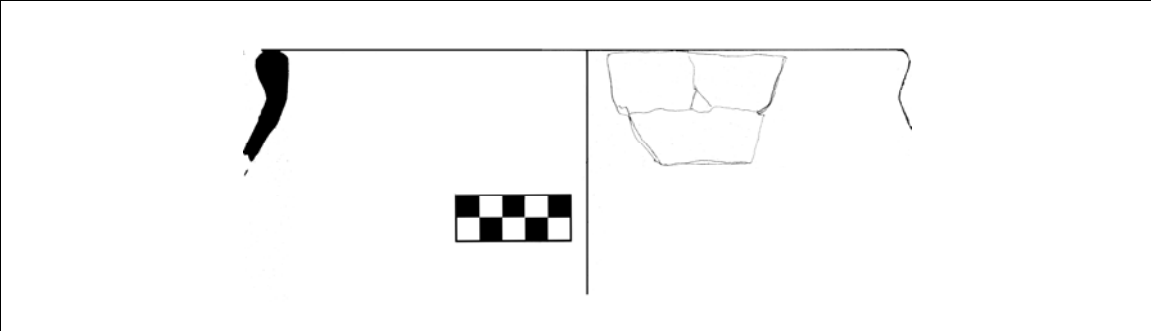
1.32. SM-689.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde divergente recto con labio plano
Elementos de prensión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	210 mm



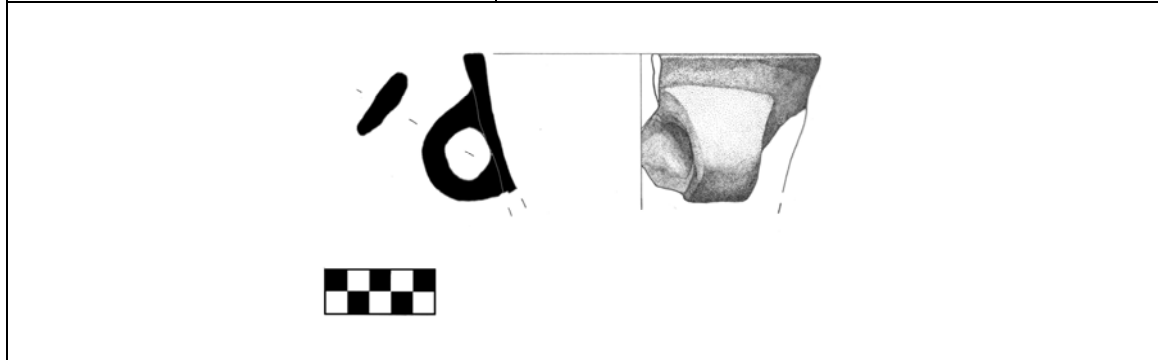
1.33. SM- 697.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo incipiente
Borde	Borde recto con labio redondo con engrosamiento exterior
Elementos de prensión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Recta
Ø Boca	400 mm



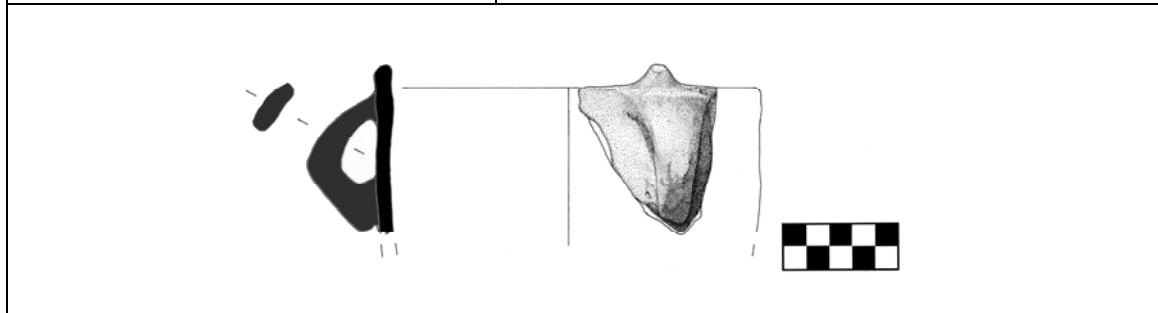
1.34. SM-705.

Base	-
Cuerpo	Forma ovoide divergente. Forma IIb
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde recto con labio plano con engrosamiento exterior
Elementos de presión	Presencia de asas de cinta descendentes y tendencia circular
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	146 mm



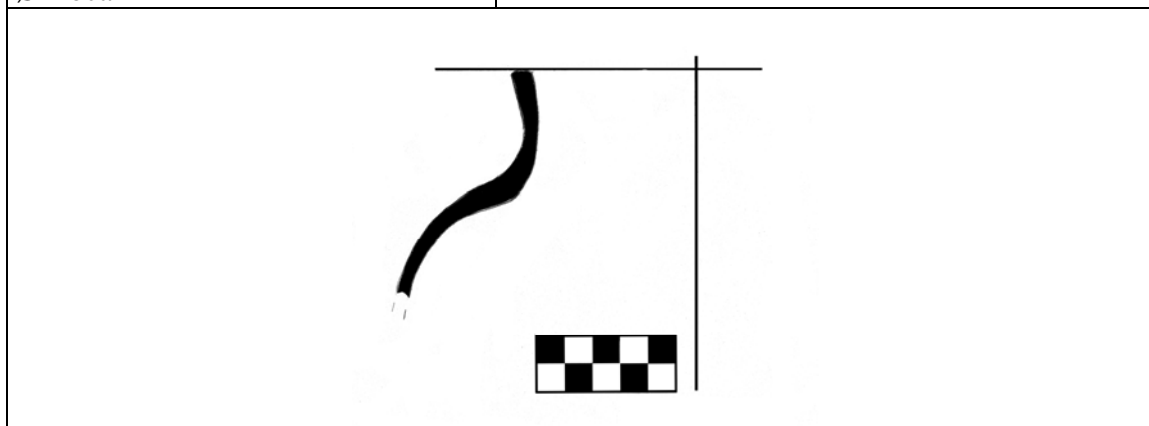
1.35. SM-708.

Base	-
Cuerpo	Forma ovoide divergente. Forma IIb
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde recto con labio redondeado
Elementos de presión	Presencia de asas de cinta descendentes con tendencia ovalada y apéndice inferior
Elementos plástico-decorativos	Crestas en el borde
Tendencia de obertura	Recta
Ø Boca	160 mm



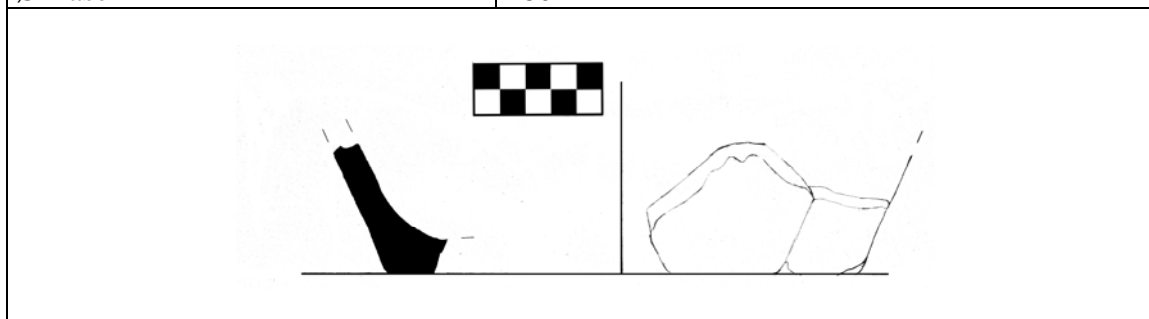
1.36. SM-802.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo pronunciado
Borde	Borde divergente recto con labio plano con engrosamiento exterior
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	-




1.37. SM-823.

Base	Base plana roma
Unión base-cuerpo	En curva continua
Cuello	-
Borde	-
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	-
Ø Base	180 mm



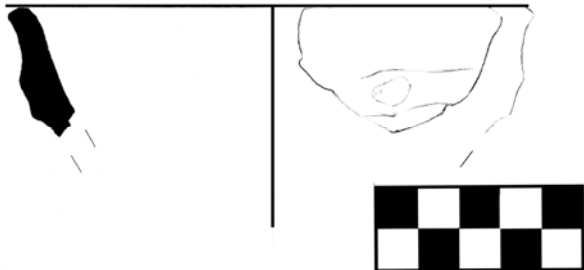
1.38. SM-834.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo incipiente
Borde	Borde divergente curvado con labio plano
Elementos de prensión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	130 mm



1.39. SM-837.

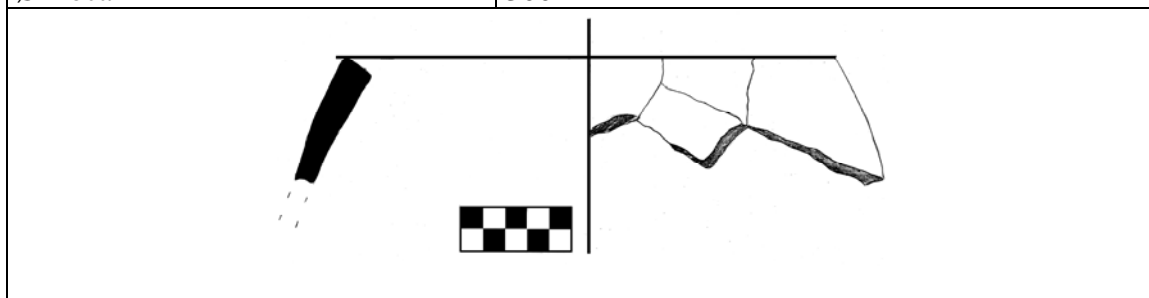
Base	-
Cuerpo	Forma que deriva de una esfera. Forma I
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde divergente curvado con labio plano
Elementos de prensión	-
Elementos plástico-decorativos	Mamalón circular
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	120 mm



Anexo III

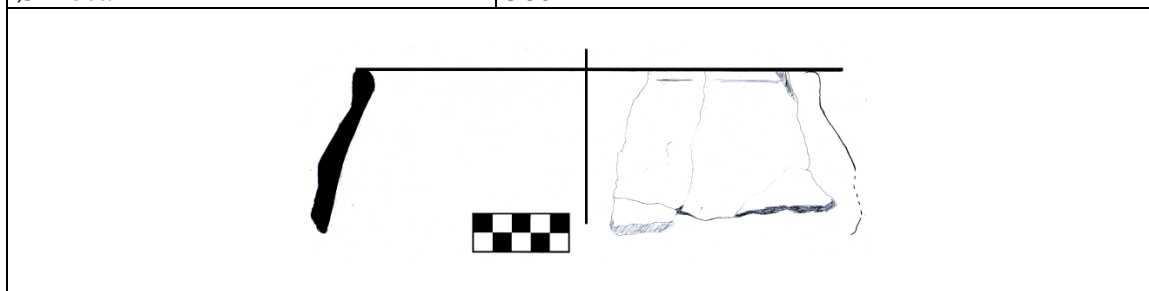
1.40. SM-970.

Base	-
Cuerpo	Forma ovoide horizontal. Forma IIc
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde convergente curvado con labio recto engrosado a ambos lados
Elementos de prensión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Cerrada
Ø Boca	300 mm



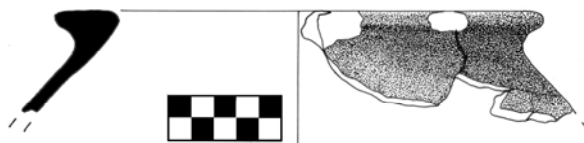
1.41. SM-971.

Base	-
Cuerpo	Forma ovoide horizontal. Forma IIc
Cuello	Cuello de desarrollo incipiente
Borde	Borde convergente curvado con labio redondo con engrosamiento exterior
Elementos de prensión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Cerrada
Ø Boca	360 mm



1.42. SM-1125.

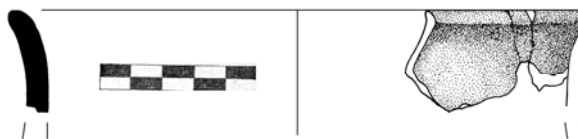
Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo incipiente
Borde	Borde convergente curvado con labio plano con engrosamiento exterior
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Cerrada
Ø Boca	360 mm



2. Turriforme escalonado de *Son Ferrer*.

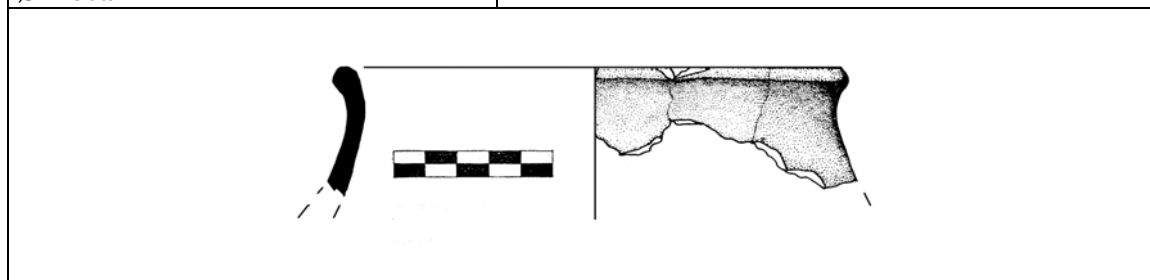
2.1. TSF-10.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo pronunciado
Borde	Borde divergente curvado con labio redondeado
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	180 mm



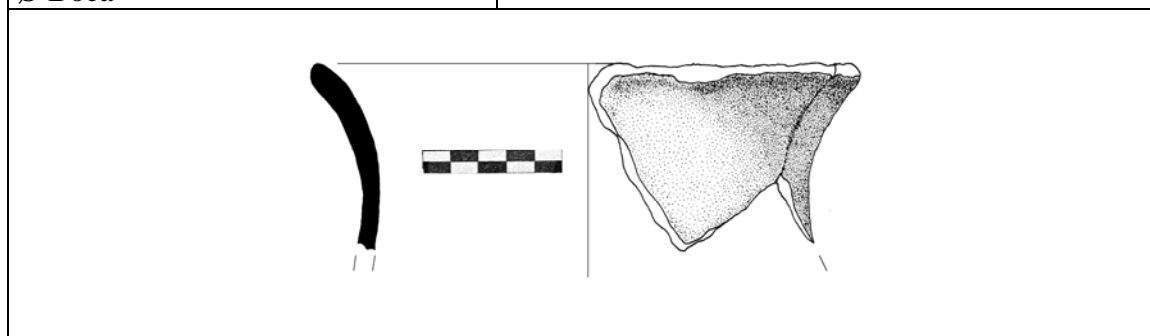
2.2. TSF-11.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo medio
Borde	Borde divergente curvado con labio redondeado con engrosamiento exterior
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	



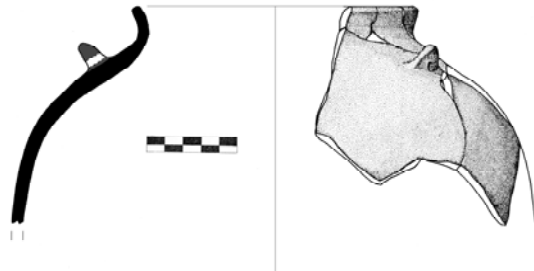
2.3. TSF-43.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo pronunciado
Borde	Borde divergente curvado con labio redondeado
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	



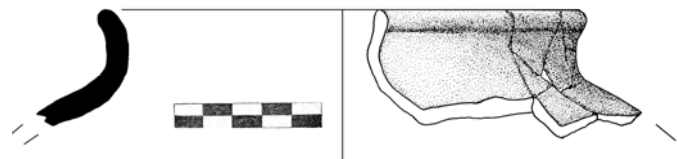
2.4. TSF-60.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo incipiente
Borde	Borde divergente curvado con labio plano
Elementos de presión	Presencia de apéndices descendentes con perforación vertical
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	150 mm



2.5. TSF-208.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo medio
Borde	Borde divergente curvado con labio redondeado
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	160 mm



2.6. TSF-250.

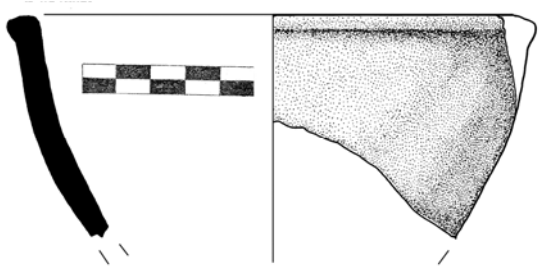
Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo incipiente
Borde	Borde divergente curvado con labio plano
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	

2.7. TSF-265.

Base	-
Cuerpo	Forma ovoide divergente. Forma IIb
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde recto con labio redondeado
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	160 mm

2.8. TSF-339.

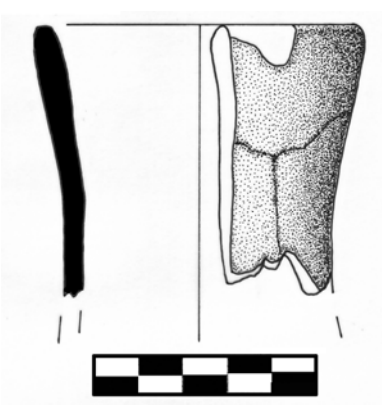
Base	-
Cuerpo	Forma que deriva de una esfera. Forma I
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde recto con labio plano con engrosamiento exterior
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	



The image shows two technical drawings of artifact TSF-339. On the left is a solid black silhouette of a curved, hook-like object. On the right is a stippled cross-section of the object, showing a curved profile with a flat outer edge and a thicker section. A scale bar with alternating black and white squares is positioned between the two drawings.

2.9. TSF-360.

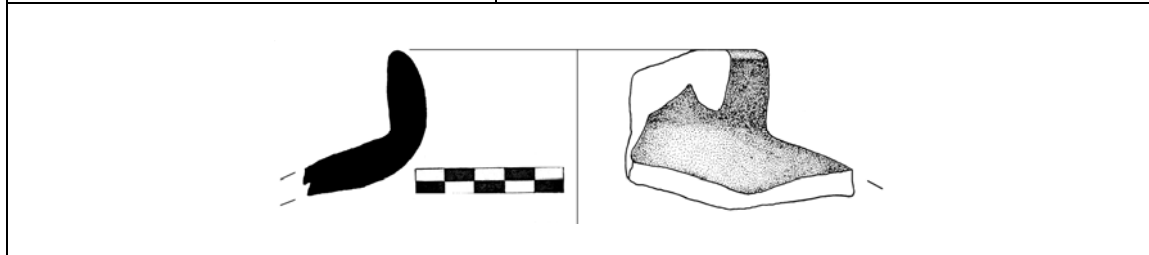
Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo pronunciado
Borde	Borde divergente recto con labio redondeado
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	70 mm



The image shows two technical drawings of artifact TSF-360. On the left is a solid black silhouette of a curved, hook-like object. On the right is a stippled cross-section of the object, showing a curved profile with a rounded outer edge and a thick, flared section. A scale bar with alternating black and white squares is positioned below the drawings.

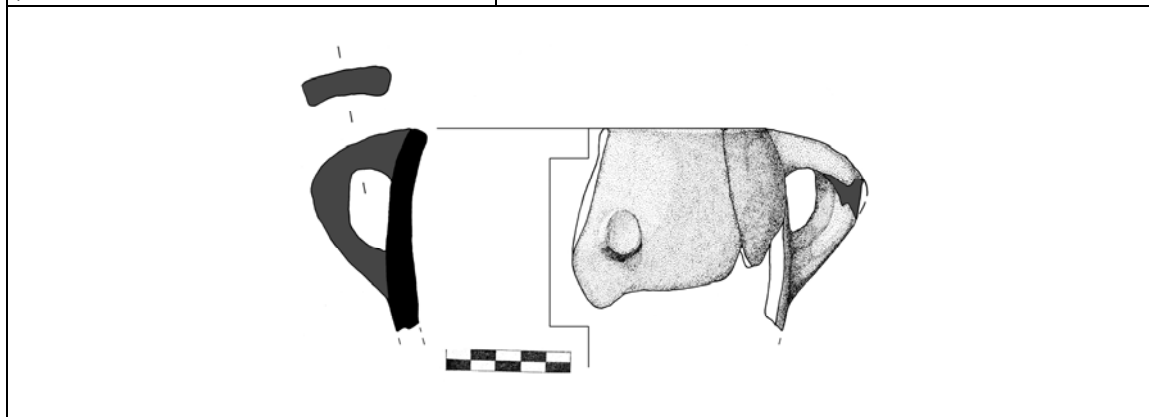
2.10. TSF-409.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo medio
Borde	Borde recto con labio redondeado
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Recta
Ø Boca	120 mm



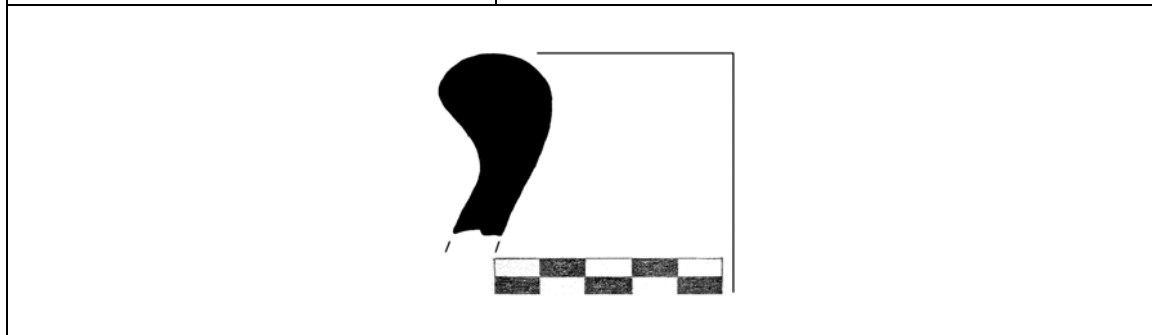
2.11. TSF-450.

Base	-
Cuerpo	Forma ovoide horizontal. Forma IIc
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde convergente recto
Elementos de presión	Presencia de asas de cinta de tendencia ovalada
Elementos plástico-decorativos	Mamelón circular
Tendencia de obertura	Cerrada
Ø Boca	140 mm



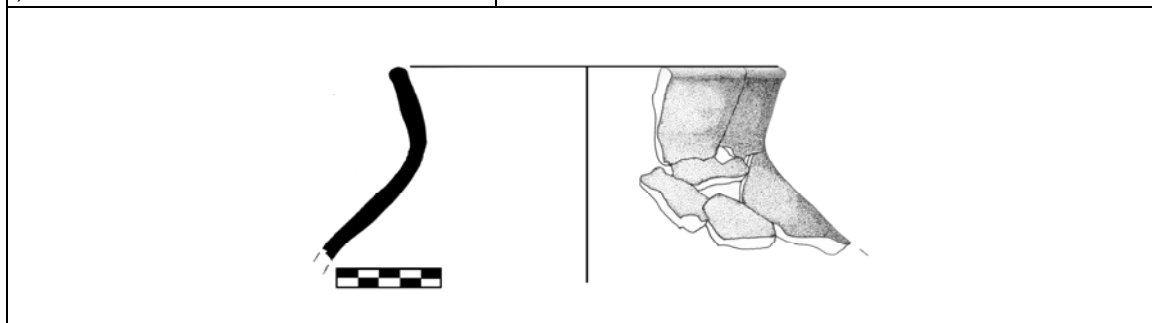
2.12. TSF-455.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	-
Borde	Borde convergente curvado con labio redondeado con engrosamiento exterior
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Cerrada
Ø Boca	-



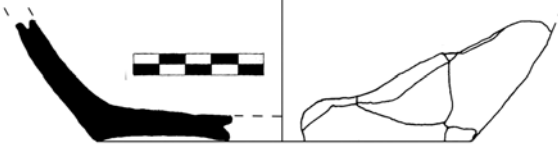
2.13. TSF-467.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo medio
Borde	Borde divergente recto con labio redondeado
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	180 mm




2.14. TSF-1087.

Base	Base umbilicada roma con fondo plano
Unión base-cuerpo	En curva continua
Cuello	-
Borde	-
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	-
Ø Base	144 mm



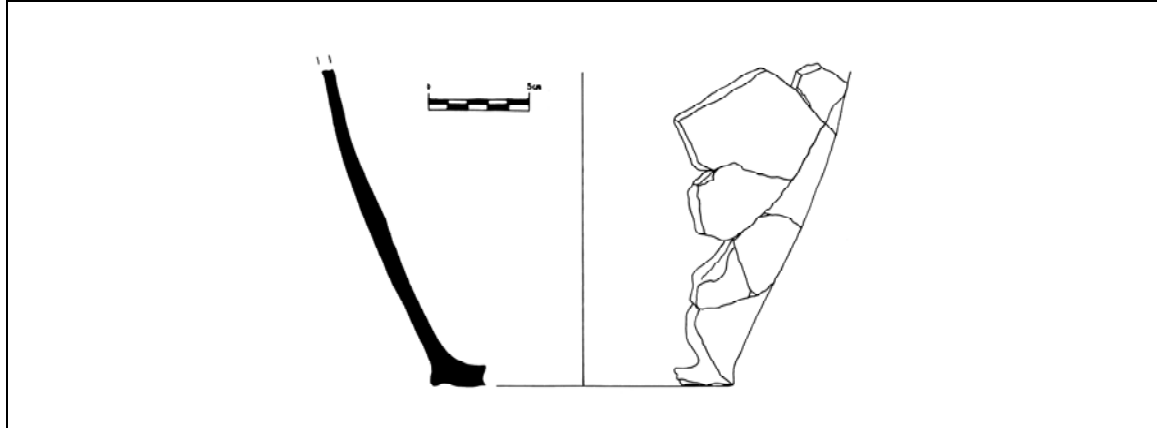
2.15. TSF-1113.

Base	-
Cuerpo	Forma ovoide horizontal. Forma IIc
Cuello	Cuello de desarrollo incipiente
Borde	Borde divergente curvado con labio redondeado y engrosamiento exterior
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	220 mm



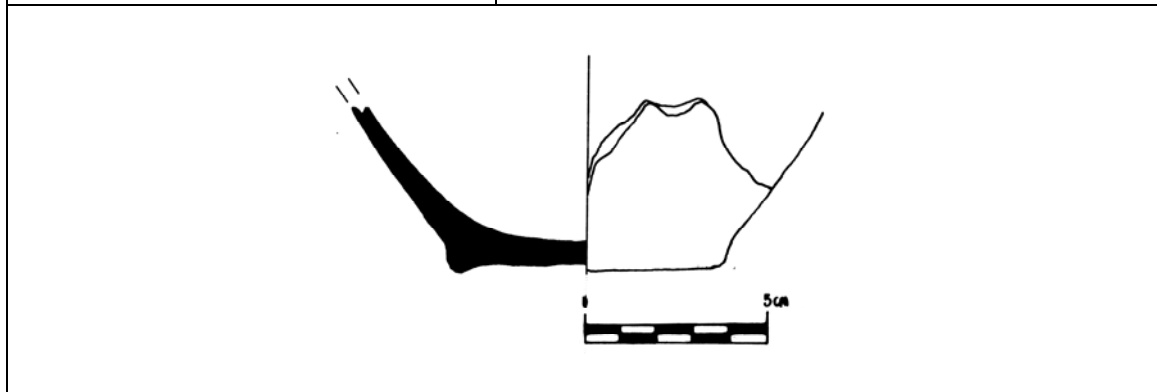
2.16. TSF-1117.

Base	Base plana con moldura exterior y fondo convexo
Unión base-cuerpo	En curva continua
Cuello	-
Borde	-
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	-
Ø Base	150 mm



2.17. TSF-1120.

Base	Base plana con moldura exterior
Unión base-cuerpo	En curva continua
Cuello	-
Borde	-
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	-
Ø Base	70 mm



2.18. TSF-1310.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo pronunciado
Borde	Borde divergente curvado con labio redondeado
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	120 mm

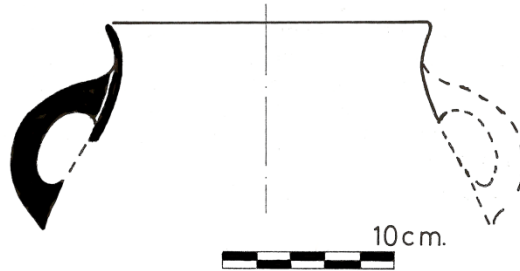
2.19. TSF-16.

Base	-
Cuerpo	
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde divergente recto con labio plano y engrosamiento exterior en ángulo
Elementos de presión	-
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	210 mm

3. Turó de les Abelles.

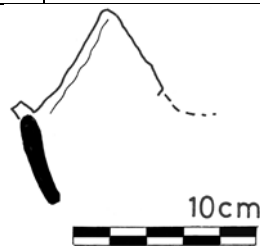
3.1. TSB-7/10.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Cuello de desarrollo incipiente
Borde	Borde divergente curvado con labio redondeado
Elementos de prensión	Presencia de asas de cinta de tendencia ovalada
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	190 mm



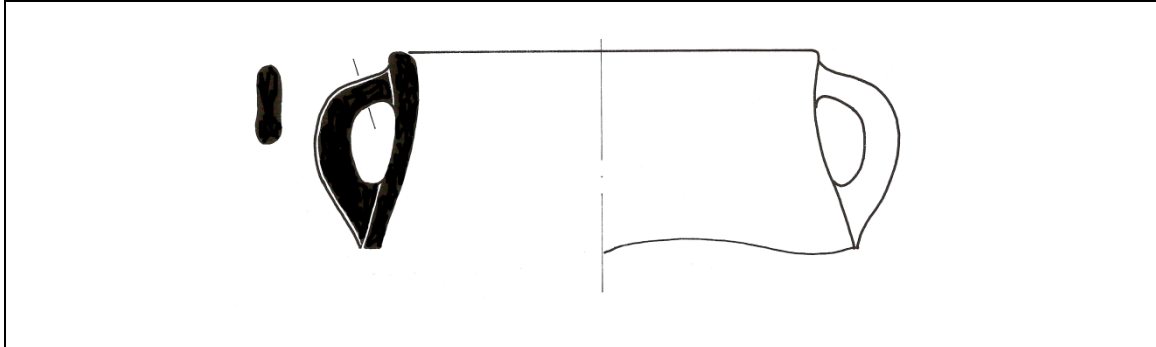
3.2. TSB-7/33.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde divergente recto con labio redondeado
Elementos de prensión	-
Elementos plástico-decorativos	Crestas en el borde
Tendencia de obertura	Abierta
Ø Boca	-



3.3. TSB-8/34.

Base	-
Cuerpo	-
Cuello	Sin cuello
Borde	Borde divergente recto con labio plano con engrosamiento exterior
Elementos de prensión	Presencia de asas de cinta de tendencia ovalada
Elementos plástico-decorativos	-
Tendencia de obertura	Recta
Ø Boca	140 mm



**A Technological, Social and Functional Analysis of Prehistoric Hand-Made Pottery from West and South-East Mallorca, Spain
(1700-50 BC)**

Synchronic and Diachronic Approaches Through the Archaeometric Study of Pot
Pastes.

PhD *dissertation* (resume)

Daniel Albero Santacreu (University of Granada, Spain).

1. CONTEXT AND MAIN OBJECTIVES.

The work comprises the study of about near 200 samples: 166 pots, 7 clays and 25 ceramic artifacts from different archaeological sites of diverse chronologies located in Majorca (Spain, Fig. 1). The analysis of ceramic samples was focused on the establishment of specific *operative chains*. Being so, it represents the most useful tool for assessing the presence of different technological traditions along time regarding pottery production in prehistoric communities.

1.1. The Santa Ponsa Area.

We have undertaken the macroscopic and archaeometric study of 130 prehistoric hand-made ceramics

samples and other clay materials (roof-tiles, adobes and loom weights) from three sites placed in the Santa Ponsa area (southwest Majorca, Spain). The archaeological sites are located in a territory of 3500 ha with a topography marked by the contrast between the mountains and other flatter areas (Fig. 1). The hills are composed of Triassic and Jurassic materials, mainly limestone and dolomite with marl as well. The rest of the territory is relatively flat, with broad valleys filled by a wide range of sedimentary calcareous clay deposits that cover Cretaceous, Tertiary, Pleistocene and Holocene terrains and small hills, with Mesozoic materials surfacing occasionally. The coastline is composed of calcareous materials. The geological diversity of clay resources in

the area corresponds to specific sedimentary depositional environments, with characteristic qualities, compositions and plasticity.

We selected 50 samples from Tower I and Tower III of the prehistoric fortified site of *Puig de Sa Morisca* (SM) which is located in a hill in the Santa Ponsa area (Guerrero *et al.*, 2002). Pots from the Late Bronze Age (cal. 1120-920 B.C., KIA- 33825), the Early Iron Age (cal. 750-400 B.C., KIA- 33609) and primarily the Late Iron Age (cal. 410-350 B.C., KIA- 33826) were selected from this location.

In addition, 37 pottery samples from the *Turo de les Abelles* (TSB) site were selected. This archaeological site is located 1 km. north of *Puig de Sa Morisca*, and the wheel-shaped ceramic materials found at TSB suggest that the site was occupied in the Late Iron Age, between 250-75 B.C. (Camps & Vallespir 1998).

Finally, we have conducted a macroscopic and archaeometric study of 44 prehistoric hand-made ceramic samples from the *Son Ferrer* (SF) barrow (Calvo *et al.*, 2005, 2006). This archaeological site was occupied on several different occasions and performed various functions at different

times. The ceramic typologies found in the area indicate that the first occupation, during the Middle Bronze Age, involved the funerary use of the hypogeous burial complex within the structure. The archaeological data suggest that the site was used for ritual purposes during the Late Bronze Age (ca. 1040-840 B.C., KIA-30652) and the Early Iron Age. Finally, it appears that the hypogeous burial complex was reused during the Late Iron Age I (ca. 410-200 B.C., KIA-39649) and Late Iron Age II (ca. 350-50 B.C., KIA-25224) to bury children and adults. Such use ended during the first century B.C., soon after the Roman conquest of the island.

1.2. The Porto Colom Area.

We have also undertaken the macroscopic and archaeometric study of 25 prehistoric hand-made ceramics samples from *Closos de Can Gaià* (southeast Majorca, Spain). As occurs in the Santa Ponsa area, the archaeological site is placed in a territory of 1500 ha with a wide range of sedimentary calcareous clay deposits that cover Cretaceous, Tertiary and Holocene soils. The geological diversity

of clay resources in the area corresponds to specific sedimentary depositional environments, with characteristic qualities, compositions and plasticity. We selected 25 samples from the Navetiforme I (boat-shaped house) of the Bronze Age village of *Closos de Can Gaià* (CLG) which is located in a plain field in the Porto Colom area (Calvo & Salvá 1999a, b; Hernández *et al.*, 2003; Oliver 2005; Javaloyas *et al.*, 2007). Pots and also building materials from the Early Bronze Age (cal. 1760-1610 B.C., KIA-11221), the Middle Bronze Age (cal. 1420-1250 B.C., KIA-11233) and primarily the Late Bronze Age (cal. 1040-840 B.C., KIA-11232) were selected from this location.



Figure 1: Geographic location of the studied areas and archaeological sites within the island.

1.3. Objectives.

The final objective of the sampling strategy was to compare ceramic technologies discovered to be from different time periods or sites but that were developed or used in the same hinterland. The goal of using this procedure was to answer the following main questions: 1) What changes occur in ceramic technology during prehistory in Mallorca? 2) Is there any connection between the potteries and the other clay artefacts? 3) Is there any connection between the potteries found in the different sites placed in the Santa Ponsa area? (*Turo de les Abelles*, *Son Ferrer* and those pots obtained from *Puig de Sa Morisca*) 4) Can the features observed in the pots be related to the social dynamics involved in the organization of production?

2. METHODS.

We have combined several archaeometric methods (Petrography, XRPD, XRF, Image Analysis, SEM-EDX) with ethno-archaeological documentation and self conducted experimental analysis. This methodological background has permitted the interpretation of significant behaviors involving raw materials procurement, addition of temper, surface treatment techniques and firing strategies.

a) XRPD: We have carried out X-ray Powder Diffraction (XRPD) studies on 150 pottery samples previously pulverized to powder. Measurements were performed in a *Philips PANalytical X'Pert PRO alpha1* and in a *Siemens D5000* diffractometer using Cu K α radiation ($\lambda= 1.5405\text{\AA}$) and a monochromator goniometer in the diffracted beam (at 45 kV and 40 mA). Spectra were taken from 3 to 70° at a rate of 3s per step. We also used the software *X-powder*, *X-Pert High Score & Eva* to evaluate the crystalline phases according to the intensity and spaced tables from the data bank drawn from the *Joint Committee of Powder*

Diffraction Standards (JCPDS 2003). Semi-quantification of phases was achieved using the normalised *Reference Intensity Ratios* method (Martín 2004).

b) XRF: Exploration of the chemical composition of 150 potteries, clays and other ceramic samples was achieved by X-ray Fluorescence (XRF). Samples were prepared by pulverization and furnace-drying at 80°C for 4 h, pressed pills were made using 1.5 g of the powder. The analysis was performed in an X-ray spectrometer *Philips MagiX Pro-PW2400*, while qualitative analysis was carried out using *SuperQ* software. The measurement of the elements and oxides Fe₂O₃, Al₂O₃, MnO, P₂O₅, TiO₂, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, SiO₂, Ba, Rb, I, Zr, Y, S, Cl, Sr, Zn, Ni, Cr by means dust sample was conducted in a helium atmosphere supported in a polyester film (Mylar®). Semi-quantification of the samples was normalised to 100% and achieved using *IQ+* software.

c) Petrography: We have used thin sections of 54 of the pots, clays and other ceramic materials for optically-based mineralogical and textural studies. The amount of each compound in each section was established using comparative charts (Mathew *et al.*, 1991). The optical examination of samples was performed using *Leica DM-RX* and *Olympus BX 60* petrographic microscopes that incorporate colours filters and micrometers. The lenses used varied from 16x to 400x. Photomicrographs of the samples were taken with a *Leica DC500* digital camera.

d) SEM-EDX: Some images of paste microstructures and elemental analysis of concrete inclusions and slips were taken of the thin sectioned pottery and shards with *Hitachi S-3400-N Scanning Electron Microscope* equipped with a liquid-nitrogen-cooled detector system *Brooker RX-EDS* using 15Kv of tension. In addition, a *Jeol Jsm-840 Scanning Electron Microscope* with 25Kv of tension was used in the examination of some samples. For analysis via the latter instrument, the sample was adhered to the microscope slide with colloidal silver and covered

with a carbon film in a high, empty atmosphere

e) Image Analysis: We conducted a textural analysis of 133 pots by microscope means using freshly-cut sherds. In addition to an optical exam, we conducted a quantitative textural analysis through image analysis by combining a *Heerbrugg Wild* microscope with a *Volpi Intralux 5000* halogen lamp, a *Leica DFC-320* Digital Camera and the image analysis software *Leica Qwin*. The selected method limits textural analysis when attempting to count individually a ceramic's different mineral phases. These can be analysed by petrologic means. The mineralogical identification of pot pastes by means of XRPD and petrographic analysis proves that the majority of the non-plastics we detected are calcareous, whereas other minerals, such as quartz or feldspars, appear less frequently in the samples we analysed. The selected method provided textural analysis assessing the non-plastic minerals of the paste as a whole. We used this procedure to acquire a textural record of the pot pastes, which we could then link to the main mineralogical phases.

A considerable number of pot pastes exhibited evidence of organic matter that was easily identifiable in thin sections. Such evidence was also detectible through microscope and even macroscopic methods in the form of elongated negative traces that were created after firing. By recording those negative prints in the pot section, it was possible for us to ascertain the amount (in volume), the size and the morphology of the organic matter placed in the paste. We acquired the original volume of the organic temper fibres by measuring the voids created after combustion (Steponaitis 1984; Velde & Druc 1999: 118; Spataro 2002: 37).

This textural analysis focused on the frequency, distribution, ordination and morphology of the particles placed on the paste by identifying and characterising the two main non-plastic phases, which were mineral and organic in character. The Digital Image Analysis was made by capturing a freshly cut pottery section in digitally calibrated microphotographs with a resolution of 2000 pp. The images were calibrated using a 6x lens, obtaining a resolution of 1 pixel = 5.51 μm . We calculated the percentage of non-plastic

phases in the pastes using the formulas specified by García del Amo (2000).

We obtained the area of each phase by utilising image analysis software in a standard fashion. The procedure entailed adding up the area of all of the objects that form the phase and counting all the pixels that form each one of these images. The data generated by this method are actual counts of tempers and non-plastics within specified size ranges. We calculated percentages to estimate the abundance of particles and to compare samples. The numerical ranges for each size interval were based on a logarithmic scale of 50 to 4.000 μm .

f) Microfossil characterization¹: In most Mediterranean contexts, sedimentary secondary deposits with the possible presence of microfossils are the main clay resources for potting. The mineralogical composition of these sedimentary clay deposits, and, by extension, of pottery samples, usually varies only in the amount of quartz and calcareous inclusions (Quinn & Day, 2007a).

¹ Analysis developed with the collaboration of Dr. G. Mateu, scientific expertise in analysis of microfossils (MARUM, University of Bremen).

Recently, an increasing number of researchers have begun to combine the potential of mineralogical petrographic analysis with other analytical approaches in an effort to reveal as much information as possible about the technology and provenance of ancient ceramics. Determinations related to technological traditions in local uses of raw materials can contribute to our understanding of cultural strategies, cultural contacts, trade and exchange capacity in prehistoric societies (Tsolakidou *et al.*, 2002; Tite, 2008).

The petrographic characterization of thin sections is one method that is commonly employed in the determination of the provenance and technology of hand-made coarse vessels. By these means, we have initiated, in addition to a mineralogical and textural analysis, the identification of microfossils in prehistoric pottery and the nearest clay resources. As some researchers highlight, the study of microfossils represents a potential tool for determining the provenance of pots and the raw materials involved in ceramic production (Gibson & Woods, 1990: 20; Bernal & García, 1999; Ortega *et al.*, 2005; Quinn & Day,

2007b; Quinn, 2008). In this manner, some authors have included these microfossil inclusions in their petrologic descriptions of pot pastes (Barrios *et al.*, 1999; Capel *et al.*, 1999; Tsolakidou *et al.*, 2002; Maritan *et al.*, 2005; Martineau *et al.*, 2007; Quinn & Day, 2007a) and clays (Padial, Aguayo & Moreno 2008). In addition, some researchers have investigated the behavior of microfossils during the firing of the pots (Quinn 1999).

Environmental conditions have evolved over the course of Earth's history. Thus, every geological period has had specific climatic and ecological conditions that affected biota and the way in which they accumulated in different depositional environments. Frequently, most of the microfossils that occur in sedimentary deposits provide material for different calcareous tests of organisms such as foraminifera, which are single-celled organisms with a CaCO₃ or agglutinated shell.

When comparing the age and the paleoenvironmental and sedimentary context of the microfossils that are present in the ceramic pastes with those presented in clays from the environment, we can detect some human practices related to the selection

and preparation of raw materials. Ultimately, the documentation of raw material management in specific contexts provides a tool for understanding the functional, economic, symbolic and cultural skills involved in human behaviors (Jones, 2004; Quinn & Day, 2007a). Therefore, one of the main objectives of this research is to introduce the potential impacts of foraminiferal analysis in the study of prehistoric pottery from Mallorca (Balearic Islands, Spain).

The micropalaentological characterization of the nearest clays had several objectives that were essential to establishing links between pots and specific resources. First, we had to establish the fossiliferous or unfossiliferous character of the different plastic clays. Second, the microfossil identification of natural clays provided us with a reference collection to be compared with pots. This procedure was important because geological studies of the area are scarce and incomplete. Third, the microfossils reported in the clay provided information related to depositional processes that could be linked to textural and mineralogical data. Finally, microfossil identification helped us to confirm the relationship

between each analyzed sample and specific geomorphologic soils. This confirmation is important because our long-term goal is to produce experimental tests using the collected clays.

Depending upon the type of sample, fired or unfired, we used different methods and procedures to identify the microfossils. In both procedures, the aim was the classification of microfossils into families, genera and species based upon their morphology under the microscope. For the mineralogical and textural study of the fired bodies, we analyzed thin sections of specific pastes of hand-made potteries. Thin sections represent the most practical means for studying foraminifera and ostracods in archaeological ceramics. The optical examination of samples was made using a *Leica DM-RX* petrographic microscope with a color filter and micrometer. The lenses used varied from 16x to 400x. Microphotographs of the samples were taken by a *Leica DC-500* digital camera. As we will explore further, larger calcareous microfossils could be seen either within the clay matrix or forming part of other

inclusions such as sedimentary rock fragments.

Some methodological problems for more accurate microfossil identification are present in this type of analysis. For example, the process of cutting the foraminifera when preparing the thin sections affects the morphology of the skeletons when viewed under a petrographic microscope. Thus, the same foraminifera can present different shapes depending on the point at which it is sectioned. The taxonomic identification of these groups of microfossils is therefore sometimes heavily compromised when using thin sections. The most common procedure, then, is to classify by family or genus and only rarely by species. Another possibility is to consider only the presence of benthic or planktonic foraminifera.

Further, the skeleton (which is often made of calcium carbonate) decomposes when the pots are fired. The TDA-TGV analysis of the Tertiary clays rich in foraminifera have shown that the decomposition of calcium carbonates takes place between 650-800 °C (Albero 2010). This range of

temperatures may seriously affect the morphology of the foraminifera and, consequently, cast doubt on the authenticity of the inclusions. In many cases, we were only able to identify the presence of “ghosts” (microfossils with a high degree of decomposition in their structure) or foraminifera that could not be classified in terms of family, genus or species (Quinn, 1999; Quinn & Day, 2007a).

We did not use thin sections in the identification of foraminifera from different geological soil deposits from the environment. In this situation, unfired samples (such as clays and building materials) were analyzed by typical procedures in geological soil studies. In these cases, the clay sample was dispersed and cleaned with an ultrasonic tank. We then examined the sample under a microscope. This routine allowed us to avoid the realization of thin sections and thus helped reduce the time and cost of sample preparation. Images of foraminifera from the clays were taken with a *Hitachi S-3400-N* Scanning Electron Microscope (SEM) using 15Kv of tension work.

3. CLAY CHARACTERIZATION.

The analytical procedure combines archaeometric studies of pots with the characterization (texture, mineralogy and microfossil analysis) of the nearest clays. So then, the studies of the clays are supported by X-Ray Powder Diffraction analysis (XRPD), optical observations under microscope and Laser Grain-Size Analysis (LGSA). This approach provides us with relevant data to compare the pots' formal characteristics with those observed in the nearest plastic clays. The methodology is essential to classify pots and to compare the geological, mineralogical and textural similarities between the vessels and the main plastic resources from the environment. The final objective of this concrete research is to study two specific stages of ceramic production: raw procurement and paste preparation.

Compositional studies of raw materials provide a framework that could be useful in determining the origin of resources used in the production of several objects made from clay. Despite the advantages of this approach, the ceramic compositional research has paid scant attention to

potential variability among local raw materials. As noted by Rice (1984), usually, studies on the provenance of ceramic artifacts have largely examined the pots' origin at the supra-regional level, in other words, only in terms of "local" or "imported" wares. In studies of hand-made prehistoric pottery, where the pots tend to have a local provenance and limited distribution across space, it may be more appropriate to examine resource catchment strategies on a micro-regional scale.

By examining which local materials were used for pottering we can first discover the ecological, functional, and cultural factors that affect prehistoric communities' choice of resources. This approach will then enable us to better understand the technological choices developed by ancient potters according to their environment possibilities. In this research we focus exclusively on the first step of analysis: the characterization of which local resources were employed and which were not. For that purpose, we developed a complex methodology that combines several aspects that are useful

to compare the composition of prehistoric pots with those of the local clays.

In conclusion, we established an “ecological approach” to the nearest archaeological environment (Rice 1984; Wilshusen & Stone 1990; Tite 2008). In ceramic studies of prehistoric pottery, this approach involves the conjunction of the nearest clays and pottery assemblages to provide complex data and a basis for comparisons (Gibson & Woods 1990). Clay samples from different geological deposits (Cretaceous, Tertiary, Pleistocene and Holocene) were collected from the nearest environment and sampled.

The XRPD analysis of different geological clays demonstrated that all of the deposits had similar qualitative mineralogical compositions. The clay assemblages were characteristic of carbonate sediments and usually varied only in the amount of quartz and calcite (Albero & García 2008). This fact suggests the necessity of an exhaustive characterization of potentially employed clays for further comparisons with pottery assemblages. We thus combined a micropaleontological approach with mineralogical and textural data. As expected, the microfossil identification

of each sample is well correlated with the geological time of the deposits present in the area. In the next section, we describe the characteristics of these different deposits regarding micropaleontology, mineralogy, Grain-Size and depositional ambient.

3.1. *Cretaceous clays.*

The geological unit studied had not yet been characterized by a geological study. We therefore made some test bores in the soil to improve our knowledge of the clays. In the course of the excavation, we found some ceramic shards that were related to Punic amphorae from *Ebusus*. This discovery strongly suggests that these sediments came to the surface before the Roman conquest of the island in 123 BC. With this potential resource in mind, some possible applications to pottering may be considered. The foraminifera identification in our samples allows us to ascribe the precise geological age of the clay as Aptian to Campanian (uppermost Lower Cretaceous to Upper Cretaceous). These soils are calcareous grey and dark clay mudrocks with abundant pyrite microfossils, echinoids and iron oxides

(ITGE, 1991: 22). The documented microfossils suggest a depositional ambient in an open sea. XRPD analysis showed a soil very rich in clay minerals like illite, muscovite and chlorite.

Other minerals such as quartz and calcite are also present in XRPD diffractions and in the thin sections, which were characterized by the presence of a very fine and rich clay matrix. Laser grain-size analysis documented an important percentage of limes and clays (75% < 27 µm) and a lower presence of fine sands (25% > 27 µm). Coarse sands and gravels are absent or rarely present in the samples. This low amount of coarse inclusions is most likely caused by a depositional ambient where sea currents and natural decantation process the finest sediments basinwards.

3.2. *Tertiary clays.*

In the clay analysis discussed above, we identified planktonic foraminifera related to open sea conditions. In contrast, benthic foraminifera, including some groups related to shallower environments, were also present in the clay. A wide range of fossils and depositional environments

are related to the well documented marine conditions of the Neogene. The concurrence of benthic and planktonic foraminifera can be explained by basinward transport processes, which mainly affecting the former. These sediments are soft and contribute to the configuration of a gentle topography that is often covered by Holocenic levels (ITGE, 1991: 23, 47).

XRPD analysis revealed samples that were very rich in clay minerals such illite, muscovite, chlorite and montmorillonite. The non-plastic fraction was composed of calcite and quartz and a low amount (<3%) of potash feldspars. As we detected by thin section and textural analysis, this sediment was the finest in the study area, with a high clay fraction and a low presence of limes and fine sand. At least 75% of the sample was composed of particles of less than 20 µm. Coarse sand and gravel were rare in the samples.

3.3. *Pleistocenic clays:*

These sediments were formed during the Quaternary period, specifically in the Upper Pleistocene. They are mainly red mudrocks and clay

limes with a substantial amount of organic matter and sands. This sample was found to be related to lagoon facies that were individualized from the sea by sand dunes. Once individualized from the sea, these deposits were mainly dried and employed for farming and after urbanized. Due to the current extreme urbanization of the area, it is impossible to establish the limits of the deposit. No microfossils were observed in the optical examination of the samples. However, previous geological studies of the soil confirm the scarcity of fossils in these sediments. Only *Cerastoderma glaucum*, a brackish water bivalve that may tolerate hypersaline conditions (ITGE 1991), could be identified in the clay. Notwithstanding, this mollusk is too large to appear in pot pastes. Our XRPD analysis showed that the soil was rich in clay minerals, mainly illite, muscovite and chlorite, and with an important quartz component but low levels of calcite. The main texture fraction of the sample is lime (75% < 32 μm) followed by clay and fine sand. The sediment contained some coarse sands and gravel.

3.4. Holocenic clays:

These sediments were formed in the most recent part of the Quaternary period, concretely in the Holocene. The soils were mainly brown alluvial clayish mudrocks with a texture that mainly consists of limes and sands (75% < 64 μm). This sample was the coarsest of all the clays tested. The mineralogical composition, acquired by XRPD, revealed illite, muscovite, calcium carbonate and quartz as the main crystalline phases. Potash feldspar and dolomite also appeared in the XRPD diffractions as accessory minerals. This clay had the highest amount of calcium carbonate compounds of any the clays tested for pottering and had the lowest amount of clay minerals (42%). Despite its coarse and non-plastic composition, the sediment presented enough plasticity and coarse inclusions to be modeled and fired with little trouble.

The foraminifera identified in this sample were exclusively benthic (i.e. *Planorbulina mediterraneensis*, *Lobatula lobatula*, *Elphidium macellum*, *Amphisorus hemprichii*, *Quinqueloculina berthelotiana*, etc.), and mostly corresponded to shallow water fauna that were representative of

Posidonia oceanica seagrass environments (Colom 1942; Mateu 1970; Abril 1993; Langer 1993; Moreiro 1993). Indeed, some of the foraminiferal tests showed some traces in their surface that were related to contact with seagrass blades. Other foraminifers (*Ammonia beccarii*) and some gastropods and ostracods related to brackish conditions were often visible in the clay samples (Colom 1974; Murray 2006). Thus, the micropaleontological record supports the lagoonal character of this location, which has been historically well known since the 18th century AD and from evidence of wet areas before the Roman conquest of the island in 123 BC (Camps & Vallespir 1998).

The clay composition and the environment of the Holocenic clays were found to be entirely different from those observed in the Cretaceous or in the Tertiary deposits. The compositional differences in the soil are mainly related to different processes of formation and deposition. The different environments are reflected in the different microfossil inclusions but also in the texture and the mineralogy of the clays. This is an important factor in the selection raw materials for pottery because different clays have different physical and chemical behaviors. Potters would have selected raw materials according to parameters such physical properties, quality, accessibility and functional constrains.

4. ARCHAEOLOGICAL MATERIALS: RESULTS.

4.1. Pottery.

4.1.1. Chemical analysis.

Statistical explorations of chemical data combined with petrologic observations from ceramic samples showed clear differences between the pots of the diverse archaeological sites. Evident groupings depending on the

amount of CaO, Fe₂O₃, TiO₂ and Zr were easily identified in dispersion plots. A strong correlation was found between the amount of Fe₂O₃ and TiO₂ (r Pearson = 0.839), Zr and TiO₂ (r Pearson = 0.804) and Zr with Fe₂O₃ (r Pearson = 0.735). These oxides have been revealed to be very helpful for establishing distinctions in the ceramic record. In addition, the petrologic data

appears to correlate well with the chemical differences detected by XRF. We were therefore able to divide most of the pots into diverse main chemical groups, while some pots from each site were considered as outliers and did not fall into any of these groups.

For further statistical analysis, the chemical data determined by means of XRF were transformed into log-ratios. The first step for the statistical evaluation of the chemical data was the calculation of variation matrix (Aitchison 1986; Buxeda 1999). In this calculation the concentrations of the elements Cl, S, Ba, Na₂O, Pb y P₂O₅ were excluded in order to avoid the utilization of potentially contaminate elements. On the other hand, Y and Mn were omitted because of their poor counting and some missing values. Finally, the MVC calculated was composed by the elements MgO, Al₂O₃, SiO₂, K₂O, CaO, TiO₂, Fe₂O₃, Zn, Rb, Sr and Zr previously normalized to 100%. The sum of the variances in each column is denoted by I , while the sum of all I 's divided twice the number of elements gives the total variation (vt), which is a measure of chemical variability within the chemical data set. The total variation in this case was

found to be 1.64 (Table 1), which is considerably high and reveals the existence of a polygenic origin and the presence of different groupings for the analyzed individuals.

Another interesting feature in the variation matrix is the ratio vt/i for each element, which is used as an estimate of the elements contribution to the total variation. The lower this value is, the higher is those elements contribution to the total variation. It is clear from the variation matrix that some elements have an important contribution in the existing variability in the chemical data: CaO $vt/i = 0.23$; TiO₂ $vt/i = 0.36$; Sr $vt/i = 0.42$ and MgO $vt/i = 0.53$. On the contrary, SiO₂ contributes the least to the chemical variability ($vt/i = 0.8193$) and therefore is considered to be the most stable element in the present data set. For this reason it is assumed that its distribution is the least affected by any possible perturbation, representing only natural variation. The concentration of this element was then used as the divisor in the log-ratio transformation of the raw data, which were then used for statistical analysis. Therefore all the data are expressed as relative to SiO₂ values in a logarithmic scale.

Table 1: Variation Matrix.

	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Zn	Rb	Sr	Zr
MgO	0.0000	0.2160	0.1734	0.1392	0.4499	0.5920	0.3629	0.2505	0.2034	0.3236	0.3693
Al ₂ O ₃	0.2160	0.0000	0.0214	0.1322	0.6775	0.2185	0.1066	0.0756	0.1084	0.3376	0.1154
SiO ₂	0.1734	0.0214	0.0000	0.0881	0.6772	0.2848	0.1330	0.0986	0.1036	0.3026	0.1268
K ₂ O	0.1392	0.1322	0.0881	0.0000	0.5532	0.5319	0.3021	0.2285	0.1025	0.2117	0.2799
CaO	0.4499	0.6775	0.6772	0.5532	0.0000	1.1727	0.9245	0.6668	0.6120	0.4528	0.8775
TiO ₂	0.5920	0.2185	0.2848	0.5319	1.1727	0.0000	0.0758	0.2790	0.5569	0.6825	0.1255
Fe ₂ O ₃	0.3629	0.1066	0.1330	0.3021	0.9245	0.0758	0.0000	0.1621	0.3208	0.4717	0.0755
Zn	0.2505	0.0756	0.0986	0.2285	0.6668	0.2790	0.1621	0.0000	0.1563	0.3942	0.1756
Rb	0.2034	0.1084	0.1036	0.1025	0.6120	0.5569	0.3208	0.1563	0.0000	0.3466	0.3268
Sr	0.3236	0.3376	0.3026	0.2117	0.4528	0.6825	0.4717	0.3942	0.3466	0.0000	0.3563
Zr	0.3693	0.1154	0.1268	0.2799	0.8775	0.1255	0.0755	0.1756	0.3268	0.3563	0.0000
I	3.0801	2.0091	2.0096	2.5694	7.0642	4.5198	2.9350	2.4872	2.8374	3.8798	2.8287
vt/i	0.5345	0.8194	0.8193	0.6408	0.2331	0.3643	0.5609	0.6619	0.5802	0.4243	0.5820
r v	0.6994	0.9565	0.9901	0.8355	0.3654	0.8414	0.7937	0.9499	0.8996	0.5289	0.8142
Vt	1.6464										

Cluster analysis was performed on the subcomposition MgO, Al₂O₃, SiO₂, K₂O, CaO, TiO₂, Fe₂O₃, Zn, Rb, Sr and Zr as log-ratios over the concentration of SiO₂. The square mean Euclidian distance was used as an inter-sample distance and the centroid clustering algorithm was employed on the distance matrix. The resulting dendrogram appears to have a complex structure with two main branches. The first branch refers to the low calcareous samples (CaO 3-5%) and calcareous

pots (CaO 8-25%). Extremely calcareous samples (CaO 20-50%) form the second branch. This division is quite interesting because it reflects the influence of technological factors on the materials' various chemical categories. The high variability observed in the CaO concentrations is at least partially related to the addition of spathic crystals of calcite as temper to the paste. In addition, the chemical data indirectly reflect these actions on the potters' part.

Therefore, this cluster analysis produces data groups that reflect more closely the technology used to make the pots than their origins; the analysis thereby disguises other relevant data related to the raw materials used in the production of the pottery. Once we understood the overall chemical composition of the samples, including all the elements, the recommended procedure was to conduct a new analysis without considering the CaO content. CaO, as other studies focusing on prehistoric hand-made pots from the Balearic Islands reveal (García Orellana *et al.*, 2001), can determine the nature of the data groups obtained through a chemical analysis of the composition of the ceramic record. At the same time, Sr should also be omitted because this element can often and easily be incorporated into the structure of the carbonates. As can be verified by the TSB samples, both elements are highly exchangeable and are usually inter-related (Nesse 1991: 148; Pollard y Heron 1996: 131; Olaetxea *et al.*, 2000; Jiménez and Taberner 2003; Potter *et al.*, 2005: 171; Shoval *et al.*, 2006; De la Fuente 2008; Buxeda and Madrid 2009).

For further statistical analysis focused on the origin of the samples and the establishment of Reference Groups the chemical data determined by means of XRF was transformed into log-ratios without considering CaO and Sr. Those elements introduced a high variability in the previous data-set. Again the first step for the statistical evaluation of the chemical data was the calculation of variation matrix (VM) that was composed by the concentrations of the elements MgO, Al₂O₃, SiO₂, K₂O, TiO₂, Fe₂O₃, Zn, Rb and Zr detected in the 99 pots sampled from *Turó de Ses Abelles*, *Closos de Can Gaià* y *Puig de sa Morisca*. The total variation without the elements CaO and Sr (*vt**) in this case was found to be 0.84 (Table 2), which is considerably the half observed in the *vt* obtained considering CaO and Sr. Actually, the data obtained suggest that the concentrations in those both elements could be the result of human actions which introduce a high variability in the chemical data-set. In all ways, the *vt** stills being much higher for considering a monogenic record and reveals the existence of a polygenic origin and the presence of different groupings for the analyzed individuals.

It is clear from the variation matrix that some elements have an important contribution in the existing variability in the chemical data: TiO₂ $vt/i = 0.31$; MgO $vt/i = 0.36$; Rb $vt/i = 0.45$ and K₂O $vt/i = 0.46$. On the contrary, Al₂O₃ contributes the least to the chemical variability ($vt/i = 0.85$) and therefore is considered to be the most stable element in the present data set.

For this reason it is assumed that its distribution is the least affected by any possible perturbation, representing only natural variation. The concentration of this element was then used as the divisor in the log-ratio transformation of the raw data, which were then used for statistical analysis. Therefore all the data are expressed as relative to Al₂O₃ values in a logarithmic scale.

Table 2: Variation matrix without considering the concentrations of CaO and Sr.

	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Zn	Rb	Zr
MgO	0.0000	0.2160	0.1734	0.1392	0.5920	0.3629	0.2505	0.2034	0.3693
Al ₂ O ₃	0.2160	0.0000	0.0214	0.1322	0.2185	0.1066	0.0756	0.1084	0.1154
SiO ₂	0.1734	0.0214	0.0000	0.0881	0.2848	0.1330	0.0986	0.1036	0.1268
K ₂ O	0.1392	0.1322	0.0881	0.0000	0.5319	0.3021	0.2285	0.1025	0.2799
TiO ₂	0.5920	0.2185	0.2848	0.5319	0.0000	0.0758	0.2790	0.5569	0.1255
Fe ₂ O ₃	0.3629	0.1066	0.1330	0.3021	0.0758	0.0000	0.1621	0.3208	0.0755
Zn	0.2505	0.0756	0.0986	0.2285	0.2790	0.1621	0.0000	0.1563	0.1756
Rb	0.2034	0.1084	0.1036	0.1025	0.5569	0.3208	0.1563	0.0000	0.3268
Zr	0.3693	0.1154	0.1268	0.2799	0.1255	0.0755	0.1756	0.3268	0.0000
?i	2.3066	0.9940	1.0297	1.8045	2.6646	1.5388	1.4262	1.8787	1.5948
vt/?i	0.3670	0.8516	0.8221	0.4691	0.3177	0.5501	0.5936	0.4506	0.5308
r v,?	0.6896	0.9634	0.9023	0.5965	0.6633	0.3056	0.9442	0.6997	0.4374
vt*	0.8466								

We performed a cluster analysis on the sub-composition of MgO, Al₂O₃, SiO₂, K₂O, TiO₂, Fe₂O₃, Zn and Zr as log-ratios over the concentration of Al₂O₃. We used the square mean Euclidian distance as an inter-sample distance and employed the centroid clustering algorithm on the distance matrix. The resulting dendrogram has a complex structure, with different groupings bonding to each other in ways attributable to compositional similarities. The various groupings we detected in the branches show in advance the existence of different Reference Groups, that is, samples that hypothetically belong to the same production and have a common origin.

The samples that are not included in these Reference Groups must be considered as unsuccessfully classified productions, that is, pots with various origins that are linked to unknown Reference Groups.

a) Group 1: The first group of the dendrogram is characterised by the highest percentages of TiO₂ (2.7-5%) and Fe₂O₃ (9.6-16.7%). Both elements are among the most stable in the pot pastes. Natural factors strongly determine these elements because

actions by potters usually do not alter their configurations. Hence, the presence of these elements is useful to the task of discriminating among different types of raw materials in a statistical analysis of chemical data (Velde and Druc 1999; Potter *et al.*, 2005: 171). All the samples from this group belong to the *Turó de les Abelles* site and are from the Late Iron Age II. The total variation (*vt*) of the Group is reduced to 0.62, although this variation is still relatively high for purposes of attributing a collection of samples to a single production. However, it is possible to distinguish between three statistically significant productions within the group. The *vt* values provide evidence that a high chemical similitude exists among samples from each production and, therefore, these samples probably have the same origin.

- TSB-A1: Formed by two samples with a *vt* (including CaO and Sr) that is very low (0.18). The samples have lower values of MgO and TiO₂ (2.7-3%) than others within the group, whereas the levels of Fe₂O₃, Rb and Zn are higher.

- TSB-A2: Composed of four samples with a vt (including CaO and Sr) of only 0.27. These samples are characterised by lower concentrations of MgO and higher TiO_2 (4-5%) levels than others within the group.
- TSB-A3: Formed by four sherds with a vt (including CaO and Sr) of 0.39. If those elements are not considered in the variation matrix, the vt is reduced to 0.21. This finding suggests that the presence of CaO and Sr introduced, perhaps because of technological factors, a certain amount of variability among the samples. These samples presented the highest MgO values and the lowest levels of TiO_2 (3.18-3.39%) within the group. At the same time, these samples exhibited higher concentrations of Fe_2O_3 in comparison with the TSB-A2 production.

b) Group 2: This group is formed by a collection of samples exclusively from the *Turó de les Abelles*. These samples are chemically heterogeneous and characterised by low concentrations of TiO_2 (0.96-2.3%), much lower than

those observed in Group 1. The samples from *Turó de les Abelles* are mainly (77.8%) placed in Groups 1 or 2. Despite this chemical variability, it is also possible to identify different productions within Group 2.

- TSB-B1: Composed of two samples with a vt (including CaO and Sr) that is low (0.20).
- TSB-B2: Formed by five samples with a vt (including CaO and Sr) that is already low (0.3). Nevertheless, if these elements are not considered, the vt^* is considerably reduced (0.13). The petrographic and textural analyses provide evidence that variable amounts of calcite were added to the samples of this production, increasing the variability attributable to technological factors. The composition is characterised by a low content of TiO_2 (1.7-2.3%) and high amounts of Fe_2O_3 (10-13.3%).

c) Group 3: This is a heterogeneous group in archaeological terms that concentrates all the samples analysed from *Closos de Can Gaià*. Some *Turó*

de les Abelles and *Puig de Sa Morisca* loners may also be similar to them. These latter ceramics have low levels of correspondence with the other productions established from both archaeological sites and were placed close to the Bronze Age samples from Felanitx because of their chemical proximity. Therefore, they correspond to “Conjunction Areas”, samples with a geographically distant origin that are similar in geochemical and petrographic terms. Several productions related to different individual samples from *Closos de Can Gaià* are inside this Group:

- CLG-A1: This is a standard production with a vt of 0.26, including CaO and Sr. This production is characterised by higher CaO levels and is formed exclusively by Middle Bronze and Late Bronze samples. It includes one pot from the *Puig de Sa Morisca* site that has lower TiO₂, K₂O, Fe₂O₃ and Rb percentages than others within the group.
- CLG-B1: This is a production that, when CaO and Sr are omitted, has a low vt^* (0.28) and, in comparison

with other CLG samples, is characterised by a moderate CaO content (11-21.5%). Many of these samples show high-temperature phases, such as ghelenite or anorthite, in the XRPD diffractograms. More precisely, these slightly over-fired pots have the highest amount of Rb and K₂O observed within the site (2.4-2.6%). In contrast, the samples from the other groups observed on this site have amounts between 1.18-1.92%. In addition to this higher potassium content, these samples also present slightly increased Fe₂O₃ values. If this element is omitted, the values of this collection fit well with those of CLG-B2. Chemical similarities between CLG-B1 and CLG-B2 are obvious if we calculate the total variation without considering CaO and Sr ($vt^* = 0.24$). In this case, as observed in other Balearic sites (García Orellana *et al.*, 2001), the CLG-B1 production is populated exclusively by slightly over-fired samples from the Early and Middle Bronze Age (1700-1500 BC).

- CLG-B2: This collection is formed by samples with CaO values higher

than 20%. The total variation without considering CaO and Sr is 0.19. This is a monogenic group of pots related to all the chronologies observed on the site, and it also has a lower Rb, K₂O and Fe₂O₃ (<5.9%) content.

d) Group 4: The 27 samples included in this production are characterised by higher K₂O levels and lower Zr, Fe₂O₃ and TiO₂ contents as compared to the TSB samples. It is a homogeneous group that only contains samples from *Puig de Sa Morisca*, although there are samples from diverse chronologies. As such, it constitutes the first Reference Group (SM-A1) related to samples placed in the Tower I part of this site that was established independently of the chronology of the pots. A high variability in the amount of CaO exists among the members of this reference group because of what appears to be technological factors. The total variation is high (0.58) if CaO is included in the statistical analysis, giving rise to different subcategories based on differing amounts of CaO in the samples. In contrast, the vt is reduced considerably if we omit CaO and Sr ($vt^* = 0.12$).

e) Group 5: This group is composed of eight samples that represent the production SM-B1. This group is very close chemically to the latter group, except for a higher level of Zr. As with SM-A1, this group of samples displays an important level of variability with regard to CaO content that probably has technological origins. The total variation obtained if we include CaO in the statistical analysis is very high (0.87). In contrast, the chemical variability is considerably reduced if we exclude CaO and Sr ($vt^* = 0.21$). If, because of their peculiar CaO and K₂O concentrations, we were to discard two samples found in *Turo de les Abelles*, we might conclude that the production derives exclusively from the *Puig de Sa Morisca* site.

- Chemical comparison with the samples analysed from the *Son Ferrer* barrow.

Another goal of this study is to compare the results of the chemical analysis and the Reference Groups we obtained from our own analysis against those established by Dr. Cau and Dr. Tsantini (ERUAB) in their study of *Son Ferrer* hand-made ceramics. The elements (normalised to 100%) MgO,

Al₂O₃, SiO₂, K₂O, CaO, TiO₂, Fe₂O₃, Zn, Rb, Sr and Zr were selected from the data set of 43 samples analysed by those researchers by means of XRF (in press). The first step for the statistical evaluation of the chemical data was to calculate the variation matrix with the selected elements. In this case, the total variation was found to be 1.61, which is very high and reveals, as expected, the polygenic origins of the materials and the presence of different groupings. The following elements have an important contribution to variability within the chemical data set: CaO $vt/i = 0.22$; TiO₂ $vt/i = 0.40$; Sr $vt/i = 0.37$ and MgO $vt/i = 0.50$. In contrast, Al₂O₃ contributes the least to chemical variability ($vt/i = 0.81$) and is therefore considered the most stable element in the present data set. Once again, the results suggest that technological factors, such as the addition of calcareous rocks to the clay, played an important role in the variability observed in the record. Therefore, the elements CaO and, possibly, Sr distort any analysis regarding the provenance or origin of the raw materials used in manufacturing the pots.

For purposes of further statistical analysis focused on the origins of the samples and to establish Reference Groups, we again transformed the chemical data into log-ratios without considering the elements CaO and Sr. We calculated the variation matrix by considering the concentrations of MgO, Al₂O₃, SiO₂, K₂O, TiO₂, Fe₂O₃, Zn, Rb and Zr detected in the 142 pots sampled from *Turó de Ses Abelles*, *Closos de Can Gaià*, *Son Ferrer* and *Puig de sa Morisca*. The matrix provides a total variation of 0.77, which is less than half the variation we observed in the vt obtained when we included CaO and Sr. The data we obtained suggest that the concentrations of both elements could be the result of human actions, which introduced the high variability into the chemical data set. Yet, in all important aspects, the vt^* for the samples we analysed remains too high to attribute a monogenic origin to the raw material and reveals, as expected, the existence of a polygenic origin and the presence of different groupings.

In this case, the following elements have an important contribution to the remaining variability within the chemical data: TiO₂ $vt/i = 0.33$; MgO $vt/i = 0.34$; Rb $vt/i = 0.46$; and K₂O vt/i

= 0.44. Al_2O_3 contributes the least to the chemical variability ($vt/i = 0.97$) and is therefore considered the most stable element in the present data set. For this reason, the assumption is that the distribution of Al_2O_3 is the least affected by any possible perturbation, and its variation is due to natural causes. We used the concentration of this element as the divisor in the log-ratio transformation of the raw data. We then used this log ratio for statistical analysis. Once again, all data are expressed in relation to Al_2O_3 values on a logarithmic scale.

We performed cluster analysis on the subcomposition of MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , K_2O , TiO_2 , Fe_2O_3 , Zn and Zr as log-ratios over the concentration of Al_2O_3 . We used the square mean Euclidian distance as an inter-sample distance and employed the centroid

clustering algorithm on the distance matrix. The resulting dendrogram continues to isolate the groups previously established in the latter statistical analysis. As was previously observed, the productions TSB-A1, TSB-A2 and TSB-A3 are clearly separated from the other chemical groups. The productions TSF-A, TSF-B and TSF-C also continue to be coherently isolated, with only minor changes, as Dr. Cau and Dr. Tsantini found.

Except for slight variations in the Sr and Zn concentrations, it is interesting that the TSF-C production fits well chemically with our SM-A1 production. Both groups of samples, if linked, represent a single production formed by 40 ceramics with extremely close geochemical origins.

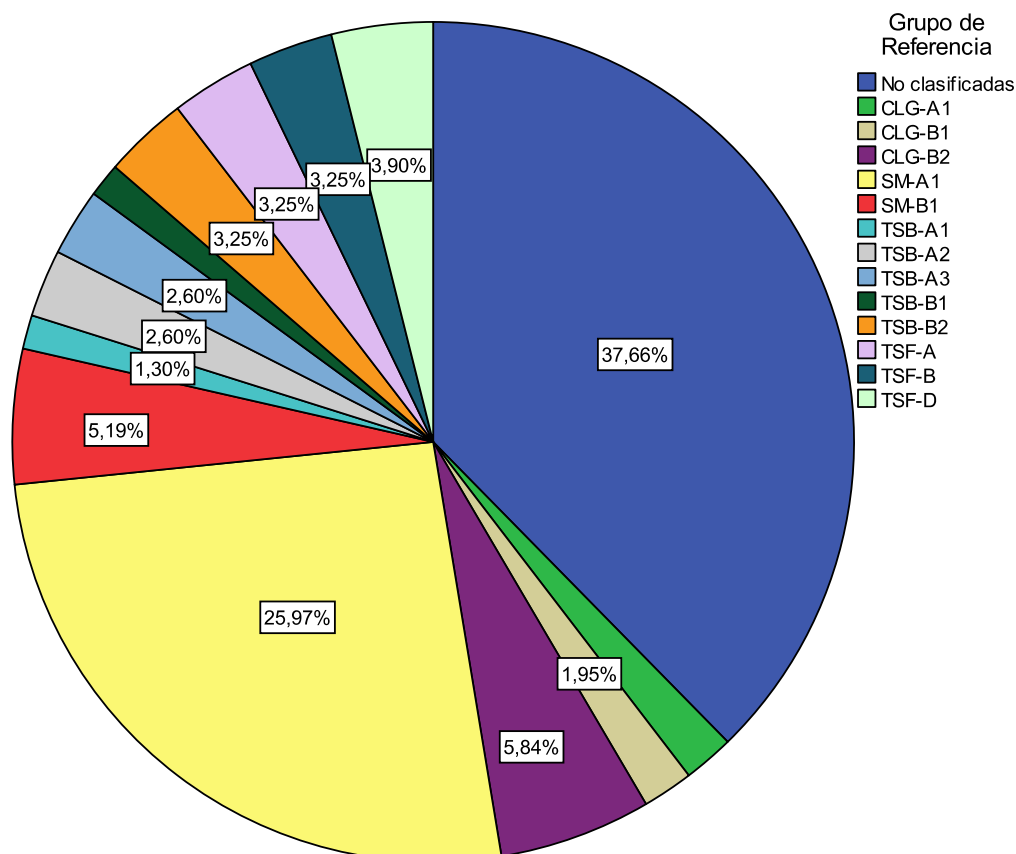


Figure 2: Percentage of samples related to each chemical Reference Group stated, including all the archaeological sites and the non-classified samples (in blue).

4.1.2. Mineralogical and petrologic analysis.

4.1.2.1. XRPD analysis.

Qualitative pottery sample mineralogical composition, as detected by XRPD, did not show any difference in major peaks between different sites or periods. Most of the samples analyzed were characterised by the presence of peaks of illite-muscovite, quartz, calcite and some traces of K feldspar and plagioclase (Figure 3).

These are also the main minerals present in all clay soils analysed in the area (Albero & García 2010).

We also identified some traces of iron oxides, such as hematite (2.70 Å) and maghemite (2.58-2.51 Å), in many samples that came exclusively from the *Turó de les Abelles* site. No high-temperature minerals, such as the expected gehlenite or anortite, appeared

in the most part of the diffraction data (98.4%). Despite one sample presenting montmorillonite (15Å) and others showing the presence of dolomite (2.88 Å), the diffractograms vary primarily in the peak intensities of quartz and calcite. In all cases, feldspars were too small and too few (2%) to be identified in the thin sections, but their presence was well documented by SEM and XRPD. In all ways, the XRPD analyses were well correlated with the mineralogical differences between petrographic groups and the composition of the nearest clay deposits. Slightly altered peaks of illite and muscovite were the only clay minerals that could be identified in all pot XRPD diffractions. As we previously stated, these are the main clay minerals that are present in all clay soils analyzed in the area.

We only identified high-temperature mineral phases in the Early and Middle Bronze Age pots from *Closos de Can Gaià*, in which it is possible to observe the development of the plagioclase peaks (3.18 Å) linked to the formation of high-temperature plagioclases such as anorthite. We also observed the development of ghelenite (2.85 Å) and hematite peaks.

In contrast with the basic mineralogical description that characterises most of the samples we analysed, we must emphasise the uncharacteristic composition of pot CLG-2755. This pot has the most intensity in the peaks of illite-muscovite, plagioclases (albite) and potash feldspar (microcline and orthoclase), which suggests a different mineralogical composition from the other samples we analysed. Moreover, this sample was unique in that it does not present calcite peaks, a phenomenon that does not appear frequently in these samples.

Finally, a significant positive correlation can be established (*Pearson's* $r = 0.774$, $n = 112^2$, signification 0.99) between the CaO concentrations acquired by means of XRF and the calcite levels quantified by XRPD. This correlation suggests that the amount of CaO in the samples is strongly related to their calcite content.

² This analysis includes the *Son Ferrer* samples analysed in our own work by XRPD, as well as unpublished XRF data from this site obtained by Dr. M. A. Cau and Dr. E. Tsantini.

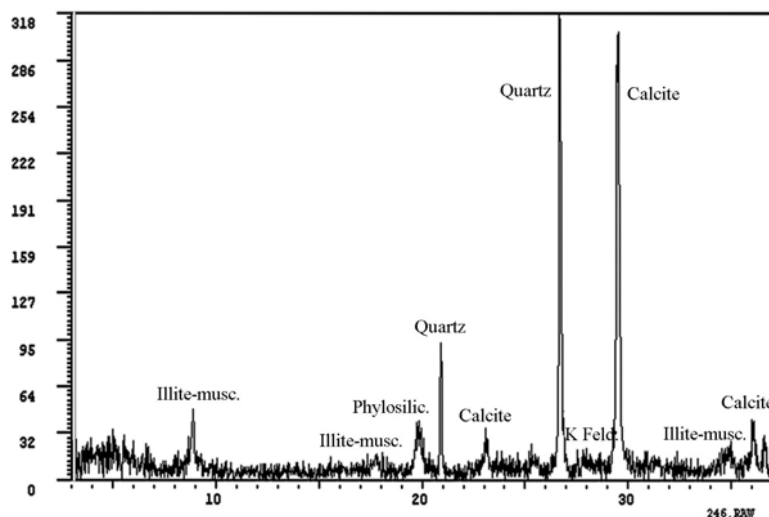


Figure 3: XRPD diffractogram showing the main mineralogical phases documented in Petro-group 3 (sample SM-246). Note the absence of high-temperature minerals.

4.1.2.2. Thin section analysis.

We distinguished different groups by the presence of inclusions like limestone, sandstones, microfossils, iron oxides and the size and amount of detrital minerals like quartz or feldspars (Figure 4). Although other tempers, such as breccias or grog, were found in some pots, these other tempers are represented only by isolated samples, so we did not consider these cases when establishing petro-groups and they will be considered only as petro-fabrics.

a) *Petrographic group 1*: Spathic Crystals of Calcite Fabric.

All the samples analyzed from this group were low in Fe_2O_3 (<7.5%), TiO_2 (<2%) and Zr (<250ppm) and grouped together well on the plots. The pots also show high and widespread levels of CaO (25-55%). This group is characterized by a very rich and optically active clay matrix with less than a 10% composition of poorly sorted, micritic, anhedral limestone up to 1400 μm in length. All of the samples of this group presented a very low content of sub-rounded and rounded mono-crystalline quartz, consistently less than 5% and small in size (<350 μm), polycrystalline quartz was rare. We have identified accessory inclusions

(<3%) of small muscovite flakes (<100 µm).

Opaque inclusions related to amorphous iron oxides until 1500 µm were present in some isolated samples. These iron oxides were well identified in the Tertiary clayish soils (Camps & Vallespir 1998).

These data, along with observations on some clay pellets found in the clay matrix, suggest the utilization of highly plastic clays with some limes and very fine sands for vessel construction. We observed molluscs and foraminifera, mainly planktonic, in several pots of this group. In some cases, Globogerinidae could be identified while other samples presented benthic foraminifera such as Elphidium, Planorbulina, rotalids, bivalves and red algae. The foraminifera, chemical, mineralogical and textural data were well correlated with the characteristics observed in Tertiary clays located close to the SM site (Albero & García 2010).

The samples had variable amounts (15-40%, but generally 30%) of euhedral, spathic, rhombohedral and prismatic crystals of calcite sometimes thermally altered to micrite. The grains showed a serialised distribution and rarely exceeded 1500 µm in size.

Finally, we were also able to observe the presence of elongated voids that were strongly related to the addition of organic matter, probably *Poaceae*, in some pots. Usually, the organic matter remains partially unburned and the pots that contain this temper are characterised by higher levels of porosity.

Petrographic analysis suggested differences in the firing temperature between some samples. These differences were observed by thermal gradients in the remaining organic matter and in the alteration of the degree of calcite. Both SEM and XRPD analysis reveal a low or very low firing temperature that never exceeded 750/800 °C (Albero 2007, 2010).

b) *Petrographic group 2*: Iron-rich Fabric.

The ceramics analyzed from the TSB site show a composition completely different than that found in the samples from other settlements. We can distinguish some samples from TSB that can be considered unique fabrications as suggested by petrologic and chemical analysis. Chemically, the TSB pots are found to have a more random chemical dispersion than the

samples tested from SM site. The samples from this site are clearly distinguishable by the higher content of Fe₂O₃ (8.5-17%), TiO₂ (2-5%) and Zr (250-550 ppm) found in the pots. The examination of the matrix of some TSB samples under SEM-EDX revealed that the high levels of these elements are related to abundant ferric and titanium oxides and the presence of zircon. Divergences with the SM pots were also evident in the CaO levels, in the TSB samples these levels remained below 25%.

Petrographic analysis revealed an optically active matrix that was very red and/or black (XPL-PPL) with an abundance of coarse circular-shaped opaque iron oxides (1100-2300 µm). The paste from this petrographic group seemed poorly mixed and had abundant clay pellets of up to 800 µm in size. These features suggest the utilization of dirty or poorly-homogenised clays for vessel construction. Moreover, no microfossils were found in the matrix. Finally, some muscovite flakes of about 100 µm were also observed.

The coarse fraction is characterised mainly by fragments of micritic limestone and mono-crystalline sub-rounded quartz (5-10%) of less than

<400 µm. As in some pots from the SM site, the vessels from the TSB site also had elongated and large pores, these are related to the presence of organic temper which usually remains unburned in the core of the pots. Finally, we have documented the accessory (5%) presence of spathic, rhombohedral and prismatic crystals of calcite between 300-900 µm. The minority presence of this temper in the pots can explain why the TSB vessels have lower CaO levels. Petrographic analysis suggests that the main differences between the samples from the TSB Iron-rich Fabric are related to the amount of limestone, opaque inclusions, quartz and the presence of spathic crystals of calcite.

- *Petrographic group 3: Calcarenite Fabric.*

This group is defined by well-rounded and sorted micritic calcite grains of about 1000 µm that sometimes occur in aggregates cemented by microsparry calcite. Bivalves and other bioclasts are also cemented with the aggregates. Some of these calcareous grains showed surface traces that were strongly related to the presence of coralline red algae (*Rodoficies*). In this

petro-group the amount of quartz is increased as much as 15% but the particles are still small in size (<400 µm), similar to the particle size that characterise Petro-group 1. We can conclude that a low number of pots were tempered by bioclastic calcarenites rather than by spathic crystals of calcite. Only one sample had also a low amount of spathic calcite (5%) of medium size (650 µm). Finally, we also detect the isolated occurrence of quartz-sandstone and calcareous sandstone rock fragments in some samples. The higher levels of quartz and the presence of rock fragments in Petrographic group 3 can be related to accidental introduction when the rock was crushed to make temper for use in pottery production. We can also state then a clear preference in the 4th century BC for the substitution of crystalline calcite with other materials for tempering pots (Albero 2007).

In the microfossil analysis of these samples, we documented the presence of planktonic foraminifera, but most of these were not well conserved. In three exceptionally well-preserved cases (SM-181, SM-246 and SM-362), we were able to distinguish the presence of Globigerinidae. These foraminifera

were present only in the Tertiary deposits of the main area and suggest, as occurs as Petrographic group 1, the use of these fine clays for pottering. Finally, we reported the presence of benthic foraminifera such as Discorbidae and red algae in some of these samples. In conclusion, mineralogical and foraminifera analysis suggest that at least in some of the samples (SM-181, SM-246 and SM-362), the use of Tertiary clays from the nearest area mixed with calcarenites that are abundant in the proximity (García & Albero 2008).

- *Petrographic group 4: Quartz-rich Fabric.*

This fabric-group, consisting of only two pots, is divergent from the other TSB and SM pots due to their low Fe₂O₃ (5-6%) and CaO (2-3%) content, respectively. This last aspect is well correlated with XRPD analysis, where calcite peaks were not detected. Nevertheless, the mineralogical composition of these two pots is characterised by high quartz content (25-30%) as confirmed by XRPD. The optical analysis reveals an active clay-rich matrix with low amounts of organic

temper, where no foraminifera or calcite compounds could be identified. However, the pots have many well-sorted mono-crystalline sub-angular and sub-rounded quartz grains with a maximum size of 600 μm . Finally, some iron oxides could be identified that were up to 600 μm in size. These data suggest the use of border/low calcareous clays. As frequently occurs in sandy quartz fabrics (Riederer 2004), it is extremely difficult in these cases to establish whether these inclusions are of natural or artificial origin.

- *Petrofabric 5*: Igneous Intrusive Fabric.

One petrofabric (CLG-2755) is peculiar in terms of its mineralogical, petrographic and chemical qualities. Its main characteristics are its high potash, feldspar and plagioclase contents, as well as the absence of calcium carbonates and a large amount of quartz. Unlike the other thin sections, here the muscovite flakes are more abundant and larger; some biotite crystals are also present. This mineralogical composition is chemically correlated with the highest K_2O content (3.6%) within the samples

we analysed, content that must be strongly linked to the abundant presence of potash feldspar. Its high concentration of SiO_2 (64.2%) must, in contrast, be related to the high concentrations of quartz and the absence of carbonates. All the available data suggest the presence of a non-calcareous raw material related to igneous and granitic clay soils absent from the geological formations of the island.

- *Petrofabric 6*: Calcareous rock Fabric.

The coarse fraction of this petrofabric is mainly composed (15-25%) of fragments of calcareous rocks formed by micritic calcite and spathic calcite in re-crystallised grains. The inclusions, up to 900-1200 μm in size, present in one case (SM-180) a seriated ordination and are relatively well-oriented. The sub-angular shape of the particles and their orientation suggests the use of breccias as temper. In this sample, the amount of mono-crystalline quartz up to 400 μm in size is 15% higher than in Petrogroup 1. In another sample (SM-140), the grains are rounded and present a single modal distribution. This pot also contains less quartz. Given these samples, one could

argue that both these Late Iron Age pots signal a clear preference for substituting spathic crystals of calcite for other materials to temper pots (Albero 2007). The clay matrix from both samples displays some planktonic foraminifera and some round-shaped clay pellets with a very fine texture, which suggests that the clay used for potting was highly plastic. Mineralogical and foraminifera analysis suggest the use of local Tertiary clays mixed with coarser rocks, such as breccias, that are abundant in the area (García and Albero 2008).

- Petrofabric 7: Grog-tempered Fabric.

This petrofabric is characterised by potters' use of grog combined with spathic crystals of calcite to temper the

pots. We can subdivide this fabric into two according to the features of the grog and the chronology of the pots. The Late Iron Age sample SM-659 displays optically active grog fragments up to 2300 μm in size that are poorly distributed within the clay matrix. The grog fragments are characterised by a dark and reduced groundmass with abundant angular crystals of sparry calcite, organic matter voids and very fine quartz. In contrast, the Early Bronze Age sample CLG-149 displays, in part, an optically inactive matrix with high levels of thermally-altered calcite crystals. In this case, the grog fragments were not tempered and appear to be fine-textured, optically inactive, dark in colour and up to 1000 μm in size.

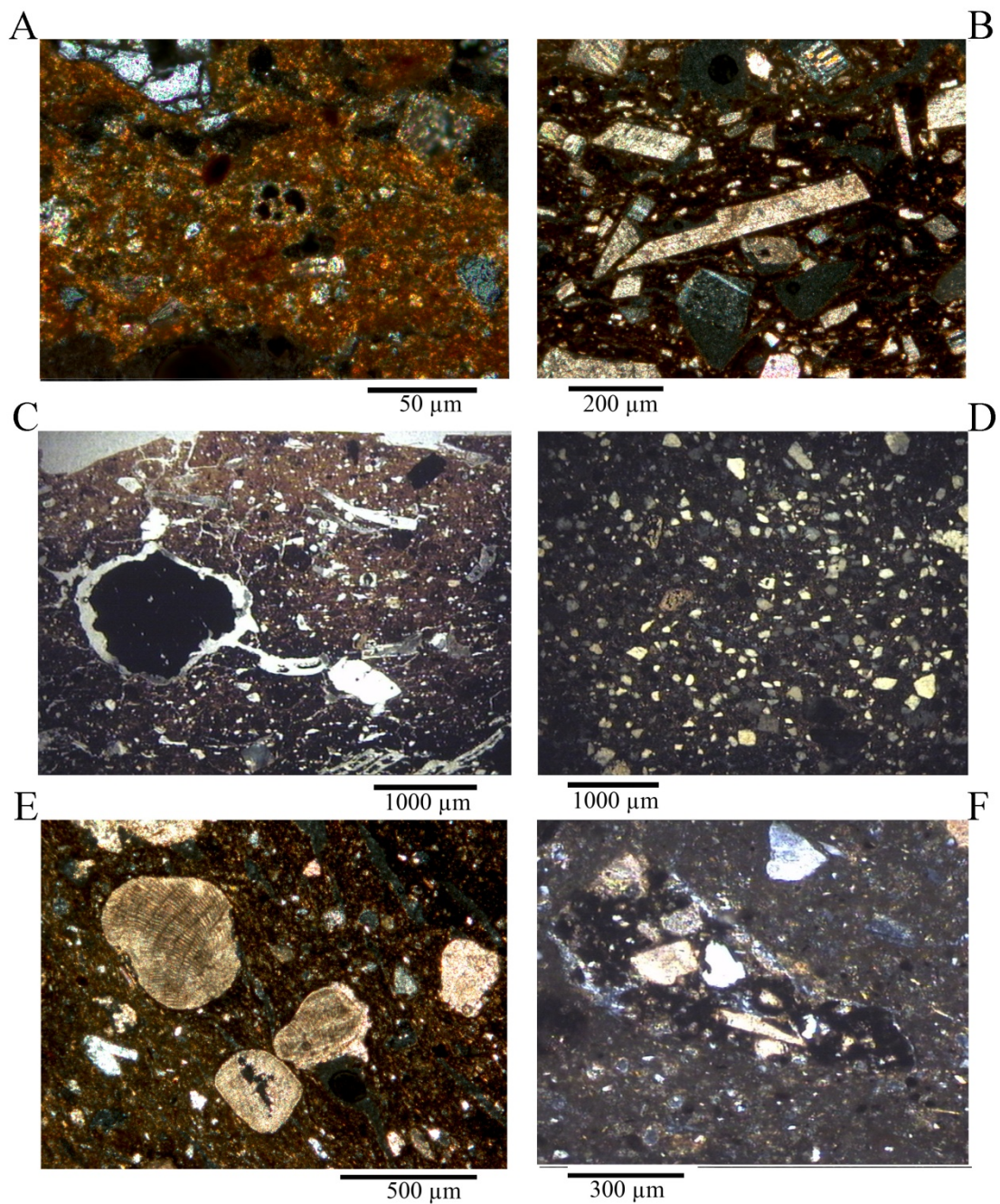


Figure 4: Photomicrographs of ceramic thin sections, a) Planktonic foraminifera (*Globigerinidae*) in sample SM-468 (XPL), b) Crushed Calcite Fabric (SM-TIII, XPL), c) Fe-rich paste with a large charcoal inclusion in sample TSB-9/81 (PPL), d) Quartz-rich Fabric in sample TSB-17/23 (XPL), e) Calcarenite Fabric showing a grain with coralline red algae traces (*Rodoficies*) in sample SM-181 (XPL), f) Grog fragment added as temper in sample SM-659 (XPL).

4.1.3. Textural analysis.

The statistical analysis of the textural information that we obtained by means of image analysis indicated significant variability within the record regarding amounts of mineral phase, as well as of the particle-sizes and the percentage of organic matter. Some samples contain little organic matter, whereas others contain large amounts of this phase. The opposite phenomenon occurs with the mineral phase. This textural variability suggests the need to establish diverse textural categories to aid archaeological interpretations of the samples. The Textural Groups (TG) so established would then, potentially, provide information about particular technological and functional parameters of the pots.

We performed a cluster analysis with the following variables: percentage of mineral phase multiplied by ten, the percentage of each of the six size ranges of the mineral phase and, finally, the percentage of organic phase. We used the square mean Euclidian distance as an inter-sample distance and employed the centroid clustering algorithm on the distance matrix. The resulting dendrogram shows three main groups

separated by the means of the amount of mineral phase and the particle size, whereas the amount of organic matter is considered as a secondary factor.

This statistical procedure permitted the establishment of textural groups in accordance with the abundance criteria pertaining to the percentage of mineral phase. This procedure aids the identification of those pots to which potters intentionally added mineral temper. The amount of organic matter was considered a secondary factor because of its high variability (Variation coefficient = 0.92, $n = 132$) and extremely scattered values. This content is actually poorly correlated with those we observed in the mineral phase (Pearson's $r = -0.523$, $n = 132$).

If we consider organic matter in the first level of classification, the resulting groups contain samples with highly divergent quantities of mineral phase, a result which hinders the establishment of understandable, usable and communicative textural groups. In all cases, we established subcategories corresponding to differing amounts of

organic matter within each textural group.

a) Textural Group A (GT-A): Formed by 32 samples characterised by the highest amount of mineral phase (14-22%) and the coarsest grain size (>800 µm). The percentage of organic matter in every case is either null or residual and always less than 5%. Only a few samples from the Early and mainly Late Iron Age exceed this percentage. Therefore, this group is formed by coarse-textured samples from diverse eras. Nevertheless, Late Bronze Age samples are abundant. In contrast, samples from the Late Iron Age II are rare. As observed in the resulting dendrogram, we can make clarifications and establish subcategories with regard to the amount of mineral phase and particle size.

b) Textural Group B: Composed of 17 pots characterised by moderate amounts of mineral phase (9-13%) composed of coarse or medium-sized particles (>800 µm). The percentage of organic matter is variable. Some samples lack this temper, whereas others exhibit a large amount. Given this variety, the group can be divided into several

subcategories corresponding to the amount of organic matter present. The Late Iron Age samples, the primary members of the group, contain larger quantities of this material.

c) Textural Group C: This textural group consists of 80 samples that are very different from the samples in the previous two groups. The texture of these pots is characterised by medium (5-9%) and especially low (<3%) percentages of mineral phase. The particle size is finer, mainly up to 800 µm, and in some samples is smaller than 300 µm. Coarse-textured pots are absent, and the amount of organic matter is extremely variable. Although in some pastes the amount of organic matter is residual or very low, in others it is very abundant (<21%). We placed most of the Late Iron Age pots in this textural group, as well as the samples from the Early Bronze Age. In contrast, samples from the Late Bronze Age and Early Iron Age are practically absent. As is the case with the other textural groups, this group can be broken into subcategories corresponding to the amount and the particle size of the organic matter present.

4.2. Other ceramic artefacts.

One of the primary goals of this study is to adopt a holistic approach to the examination of ceramic material culture. Such an approach entails examining the entire process of creating pottery, from the procurement and processing of the raw materials to the firing stage, together with studying the provenance and use of the pots. In addition to the physical examination of pots, the study included fieldwork to collect and characterise samples of potential raw materials. A further important development of this approach was to extend comparisons of the raw materials used in ceramic production to include materials used in the production of other types of artefacts. This comparison builds a picture of the interrelationships of, and transfers among, different technologies. In accordance with this approach, we conducted an analysis on pieces of roof tiles, adobe and loom weights.

4.2.1. Roof tile samples.

The samples analysed are clay or mud slabs covering the top of architectonic structures and display

trunk and other vegetal fibre marks of considerable size. Their characteristics and the context in which they were found suggest that these mud fragments must be related to waterproofing materials that covered the structures. Altogether, we analysed 11 samples from *Closos de Can Gaià*, Tower I of the *Puig de Sa Morisca* and Sector 1 of the *Turó de les Abelles*.

Important compositional differences, of both a qualitative and quantitative nature, and chromatic variations were evident within the waterproofing materials. These differences are related to the different geographical areas and the archaeological sites studied. We can distinguish two main groups of roof tile that correspond to the use of different raw materials. One group, the Late Bronze Age materials from *Closos de Can Gaià*, appear to be homogeneous in their colour and mineralogical composition.

These tiles were normally mixed with organic matter and consist mainly of clay minerals (60-70%), basically illite-muscovite. The coarse fraction is characterised by high amounts of mono-

crystalline and sub-rounded quartz (24-28%) up to 100 μm in size and, to a lesser degree (Figure 5a), potash feldspar (3.6-5.6%) and plagioclases (<2%). XRPD diffractograms are also characterised by the practical absence of calcite peaks. The texture of the samples is quite fine and presents evidence of the use of sediments in an area where sands or gravels are scarce. The petrologic analysis shows a highly porous matrix (15-20%) related to the

addition of organic matter, as well as some iron oxides (3-5%) up to 300 μm in size. These data fit well with those obtained in the micro-morphology study of this soil. Finally, all the samples studied present an intense red chromatic range (Figure 5b) according to the *Munsell Color Charts* (2.5YR5/6 and 10R5/6). In conclusion, all the data available suggest the use of local *terra rossa* soils, which are characterised by low calcium carbonate content.

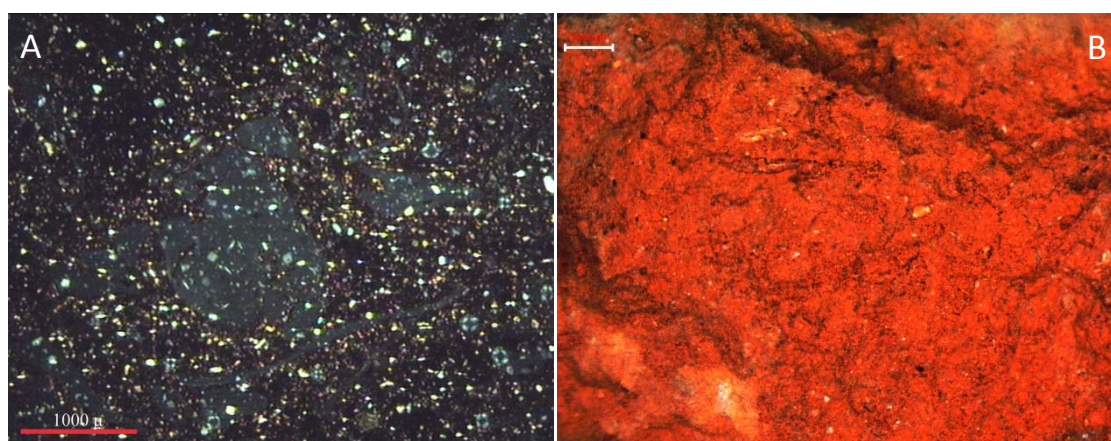


Figure 5: Micro-photos of a roof tile sample from *Closos de Can Gaià*. A) Thin section with fine texture and a quartz-rich matrix with well-ordered and distributed particles (XPL). B) Red colour and fine texture in the same sample as observed with a microscope.

In contrast, the Late Iron Age materials from the *Santa Ponsa* area also display homogeneous chromatic and mineralogical features, but those features are completely different from the ones we observed in the latter group. In this case, the samples exhibit pale pink or pale brown colours according to

the *Munsell Color Charts* (7.5YR 7/3 and 10YR 8/4). These roof tiles contain very small amounts of clay minerals (<17%), mainly illite-muscovite. This paucity of clay minerals provides evidence of the selection of raw materials with little plasticity that are not suitable for potting.

The coarse fraction is formed by a smaller amount of quartz (<5.5%) and the secondary presence of potash feldspar. In contrast, the XRPD diffractograms display the highest intensity in the calcite peaks (75-85%). Because we observed no tempers in the pastes, the high calcite content must be related to the use of highly calcareous sediment for roof tile in this area, where deposits of this material are abundant.

Finally, we should note the presence of aragonite peaks (3.40 Å) in the XRPD diffractogram obtained in a single sample from *Turó de les Abelles*. This sample was clearly differentiated from the ceramics in the chemical analysis carried out by means of XRF because it has lower concentrations of the elements Al₂O₃, SiO₂, K₂O, TiO₂, Fe₂O₃, Cl and Zr and higher MgO, CaO and Sr content. The elevated level of this latter element is perhaps related to the presence of aragonite in the sample. The presence of this mineral also suggests the use of quaternary, highly calcareous sediment that was probably obtained from a lagoon area. Note that the Holocene lagoon deposits are conspicuously close to this archaeological site.

4.2.3. Adobes.

All the adobes we analysed date from the Late Iron Age II and were taken from both the *Puig de Sa Morisca* and the *Turó de les Abelles* sites. They are of pale pink colour in the *Munsell Soil Color Charts* (7.5YR from 7/1 to 7/4), and the XRPD analysis suggests the use of a raw material similar to that observed in the waterproof samples from Santa Ponsa. As with the latter, these samples have low concentrations of clay minerals and illite-muscovite (<35%) and high, though variable, concentrations of calcite (50-90%). Quartz is scarce in the samples (<11%), and the feldspar appears only as an accessory (<3%). Finally, there are few intense (<2%) dolomite peaks (2.88 Å) in the sample TSB-4/66.

The petrologic analysis of this last adobe from *Turó de les Abelles* provides evidence of an optically active brown groundmass (PPL-XPL) with abundant inclusions and low porosity levels. Some secondary calcite can be detected in the perimeter of the pores. Some rounded fragments of calcareous rocks, usually up to 500 µm, are also present, but are poorly distributed within the matrix.

Furthermore, a few crystals of dolomite, which are not only isolated but also replace some calcareous grains, are observed in the thin section. The dolomite crystals are up to 260 µm in size and have a rhombus shape. The thin section has abundant sub-rounded and sub-angular mono-crystalline and poly-crystalline quartz, respectively. Finally, some plagioclase crystals, up to 100 µm, are also present. The optical analysis of the sample by microscope means disclose a heterogeneous paste with silt, sand, organic fibres and gastropod fragments larger than 10 mm.

In chemical terms, this adobe (consisting of 45% CaO) is well endowed with highly calcareous sediment. If we compare the chemical composition of the roof tile, the adobe and the loom weights found in TSB, we see that this sample occupies an intermediate position. Moreover, this adobe was clearly distinguishable as an outlier from those samples in the resulting dendrogram we constructed from the chemical data-set, suggesting the use of raw materials of different origin. The presence of dissimilar mineral phases, such as aragonite and dolomite in the roof tile and the adobe, respectively, corroborates the diverse

origins of the various building materials excavated from this site. However, the similar composition (characterised by small amounts of clay minerals) of both kinds of materials demonstrates that neither were suitable for the production of ceramics because of their low plasticity.

4.2.3. Loom weights.

Because of sampling limitations, we could only analyse two loom weights from *Turó de les Abelles*. In every respect, the chemical and mineralogical composition of both samples is very similar, and they were probably made from the same raw materials. The paste of these loom weights is fine and non-tempered. They exhibit mixed pale pink and red tones in the *Munsell Soil Color Charts* (7.5YR 7/4 or 6/3). The composition of these samples is completely different from the building materials of the Santa Ponsa Area.

The presence of a moderate amount (44-47%) of the clay minerals illite and muscovite in this raw material, as well as its plasticity, makes it possible to use it in the production of ceramics. The calcite peaks are less

intense, and the quantity of this mineral is considerably lower, than the amount found in the adobes or the roof tile samples from Santa Ponsa. In this case, all the data suggest the use of less calcareous sediment. The amount of quartz is homogeneous and moderate (12-13%), and we observe some low-intensity feldspar peaks. Finally, one of the loom weight's diffractograms discloses the presence of dolomite peaks.

Chemically, the loom weights are similar and fit well with the chemical group SM-A1. It is probable that fabricators used the same raw material for both loom weights. This material is also very close to that the potters used to produce many of the pots from *Puig de Sa Morisca*. The increment in the clay minerals used in these materials is also reflected

chemically by higher Al_2O_3 and SiO_2 concentrations, which are close to those observed in the pots. Differences among various types of materials from TSB are significant. The loom weights are clearly distinguishable from TSB pots by lower concentrations of the elements Fe_2O_3 , TiO_2 , Zr and Cl. As with the *Puig de Sa Morisca* samples, the loom weights also have higher K_2O concentrations. In contrast, both loom weights present a chemical composition close to that observed in the Tertiary clay taken from the source nearest to the site. The loom weights and this clay are particularly similar with regard to the percentages of MgO, Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 , Fe_2O_3 and Zr. This fact suggests the use of this clay, which is very accessible, to produce the loom weights from this site.

5. OPERATIVE CHAIN.

The operative chain represents an adequate concept for establishing an explicit division between objects and techniques. The objects possess physical character, while techniques are strongly related to human actions in accord to the production of these

objects. This distinction permits us to infer broad questions that exceed the material composition and allow us to approximate the social organization and activities hidden behind these actions. Techniques and materials represent technological choices made by the

potters that define the formal properties and attributes of the artefacts. Furthermore, material capabilities also affect both the production process and the potential uses of the vessels, thus affecting human behaviour. By this reasoning, we understand that there can

5.1. Clay procurement.

We have documented the use of raw materials consisting mainly of sedimentary illite-muscovite clays with highly altered K-feldspars and quartz. Moreover, we have been able to distinguish three different types of clay deposits using chemical and thin section analyses. The main clays employed in the production of pottery at the SM site were local calcareous fine-grained clays with low amounts of silt and fine sand but rich in foraminifera (such *Globigerinidae*). In contrast, we have documented that TSB samples usually are rich in Fe₂O₃ and TiO₂ and are characterised by abundant opaque inclusions and low carbonate content that are highly related to Fe-rich soils. We also detected the utilization of sandy-border calcareous clays with low iron and high quartz content in some TSB and SF pots.

be strong interactions between people and the processes of fabrication, use, maintenance and deposition of pottery (Schiffer & Skibo 1987; Dietler & Herbich 1998; Calvo *et al.*, 2004; Schiffer 2004; Livingstone-Smith 2007).

5.1.1. Calcareous clays.

The use of marly clays, which are highly calcareous with a high carbonate and micritic calcite content, was established by examining the thin sections. In addition to most of the pots from SM-A1 that are rich in foraminifera and the CLG vessels, some loom weights and mud fragments from TSB and other chemically unclassified pots from TSB and SF sites can be categorised in this group.

For a best approximation of the provenance and technology of the SM pots, the main former of the group, we correlated the foraminifera identification with the petrographic data obtained from the exhaustive examination of pottery thin sections. The unique samples where microfossils could be detected came from Tower I of the prehistoric fortified site of *Puig de Sa Morisca*. The microfossils mainly

formed part of the clay matrix but were also found in the inclusions. While the presence of foraminifera was detected in some pots, it was impossible to establish either genus or species. In these samples we only remark on the general presence of benthic or planktonic microfossils.

In the other samples, we documented no foraminifera, which can be related to unfossiliferous deposits. However, at least in some cases, firing could have destroyed any skeletons that may have existed in the raw materials. This may explain why in some samples the spathic crystals of calcite (which was added as a temper) showed signs of initial reactions during firing. No microfossils or only ghost microfossils were found in either sample. When foraminifera were detected in any of the samples it was important to be aware that the clay molding process and the higher firing temperature of these pieces could have altered the morphology to the point of the total disappearance of the microfossils.

We observed mollusks and foraminifera, mainly planktonic, in pots from Petrogroup 1, 3 and Petrofabric 6. In most cases, Globogerinidae could be identified and ascribed to the utilization

of Tertiary clays. The other cases suggested the utilization of a similar, if not the same, deposit. Other samples presented benthic foraminifera like Elphidium, Planorbulina, unidentified rotalids, bivalves and red algae. The foraminifera and the mineralogical, chemical (Table 3) and textural data were well correlated with the characteristics observed in the Tertiary clay. There are important coincidences regarding the foraminiferal content between both kinds of samples, especially for the planktonic family. These foraminifera have been identified in some ceramics. Therefore, the use of this highly plastic Tertiary clay is clear in the production of at least some pots. This raw material and its qualities are optimal for pottering, especially if coarse clays or mineral tempers like crystals of calcite, calcarenites or other calcareous rocks are added.

In addition, the clay veins are located only 500 m away from the archaeological site. The spatial study of potential raw materials demonstrated that Tertiary clay was located nearest the site. In addition, the experiments proved that this resource is the most plastic resource in the surrounding area (Albero & García 2008, 2010; García &

Albero 2008). In accordance with several ethnographic studies (Arnold 2005, 2006), we can confirm that nearby resources were preferred for pottering. Finally, the current toponym of the clay resource *Comellar de Sa Terra dels Gerrers* is directly related to the potters' raw material (literally, "Hill of the Jar Potters Soil"). These ethnographic data suggest that this clay deposit was also used in other historical periods. The location of this deposit at a higher altitude than some Late Iron Age settlements in the area confirms that this clay was not covered by water at any moment in recent geological times. Additionally, these sediments are easily visible and accessible through normal breakdowns in the hill soil.

In contrast to the Tertiary clays, no microfossils assigned to Cretaceous or Holocene deposits could be observed in the ceramic pastes. These resources are also located in the nearest area, at less than 1.5 km, and the experimental tests have documented less plasticity but still good physical properties for pottering. Regarding the visibility and accessibility of both deposits, we note that the presence of lagoon levels in the extraction area of the deposit until recent times is well documented

(Camps & Vallespir 1998). It is possible that these clays formed part of the lagoon soils in the prehistoric periods and consequently remained inaccessible to ancient potters.

We can conclude by suggesting that the prehistoric community from SM who lived in the southeast of Mallorca used a very concrete raw material independently of the shape of the pots they made and their chronological period. At first glance, one might conclude that the potters used local clays, a conclusion that does not seem very interesting because most archaeologists would assume that potters use the clay most readily at hand. It is therefore necessary to look beyond this basic assumption to explain in greater detail the significance of the results.

The main clay employed was used to make pots with a variety of functions and that were developed under different technological traditions. Thus, the use of a very concrete resource for pottering has important implications for local cultures. The communities who lived in this territory in diverse periods established a strong connection with some of the raw materials that were located in their

preferential range of exploitation. Thus this behavior provided a link with the domesticated space that could be conceived by symbolic and routine practices that were developed when gathering the clay for pottering. Finally, the analysis suggests that an adequate interpretation of resource management involves a combination of cultural, symbolic, ecological, functional and economic factors.

The absence of foraminifera in the building materials from *Turó de les Abelles* is remarkable. The archaeological materials analyzed were not fired and thus no alteration of the foraminifera morphology or carbonate reaction was expected. XRPD analysis of these and other samples of construction materials suggested the use

of high-calcareous soils that were poor in clay minerals but very rich in calcium carbonate (Albero & García Amengual 2010). In contrast with this material's characteristics, clay soils deposited in marine environments commonly include foraminifera. Therefore, our data suggest that soil utilization depends on functional factors. Poor clay soils with excessive calcareous content that would not be appropriate for pottery production could serve other purposes. As in other contemporary and prehistoric societies (Barley 1994: 81; Bonzon 2003; Martineau *et al.*, 2007), the society studied here appears to have employed a differential selection of marly raw materials based on their physical properties.

Table 3: Chemical composition by means XRF of: A) Reference Group SM-A1, B) Tertiary clay and C) Loom weights from *Turó de les Abelles*. Oxides (wt%) and trace elements Zn, Rb, Sr, Zr, Ba, Y, S and Cl (ppm).

	N	Minimum	Maximum	Average	Standard deviation
A					
Fe ₂ O ₃	26	3,321	7,004	4,79073	,914294
MnO	23	,024	,101	,05252	,016635
Na ₂ O	10	,683	3,681	1,09820	,916342
MgO	26	,999	1,719	1,35400	,183371
Al ₂ O ₃	26	10,904	17,436	13,80308	1,730611
SiO ₂	26	29,744	51,483	38,88804	5,459966
P ₂ O ₅	26	,333	,710	,48996	,102187
K ₂ O	26	1,471	3,313	2,43427	,461906
CaO	26	17,519	49,470	36,56596	8,183978
TiO ₂	26	,491	1,085	,73638	,128349

A

	N	Minimum	Maximum	Average	Standard deviation
Zn	26	82,1	162	113,346	21,938
Rb	26	83,3	170	122,192	25,481
Sr	26	196	721	463,08	136,671
Zr	26	114	193	147,115	19,872
Ba	26	298	2100	866,23	380,18
Y	26	5,5	42,4	24,198	8,774
S	26	213	1470	602,81	279,447
Cl	24	561	2620	1175,83	579,941

B

MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	MnO	Na ₂ O
1.380	15.900	42.260	2.657	29.980	0.729	5.493	0.353	0.023	0.651
S	Cl	Sr	Ba	Zr	Zn	Rb	Y		
1310	869	573	288	177	151	149	18.5		

C

Sample	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	S	Sr	Rb	Zr	Ba	Y	Cl
TSB-4/43	1,296	17,883	48,457	0,452	3,280	21,442	0,780	4,959	588	438	168	206	754	28	4320
TSB-8/33	1,448	16,616	49,446	0,455	3,631	17,460	0,762	5,449	665	364	192	164	712	23	2930

5.1.2. Iron-rich clays.

Although the use of soils rich in iron is common in pottery production (Cuomo Di Caprio 1984; Morales 2005: 190; Schneider *et al.*, 2007), these clays could be only detected in the TSB samples linked to the TSB-A and TSB-B Reference Groups. In all respects, other unclassified samples from this site can be associated with this raw material. These samples are completely different in chemical, petrological and mineralogical terms from the others because of their high iron content. These products are then distinguished by a matrix rich in Fe₂O₃ (8-16%) and

TiO₂, with abundant rounded opaque iron nodules up to 2.300 µm in size that are probably related to hematite or titanium-magnetite. The pastes are not fossiliferous and have some calcareous rock fragments, but they also contain moderate CaO concentrations (8-25%), which are lower than those observed in the marly clays. The detrital material, consisting mainly of scarce sub-rounded and rounded mono-crystalline quartz up to <400 µm in size and some fine feldspars and muscovite flakes, suggests the use of sedimentary clays with some silt and fine sands. The presence of

some clay pellets within the matrix also denotes the utilisation of lumpy and heterogeneous clays.

Clays with these features are not apparent within the geomorphology of the island and, by extension, of the Santa Ponsa area. The unique iron-rich sediments that could be associated with our pots are the igneous extrusive basalt deposits located in restricted areas in the north of the island (Pomar p. c.). No rock fragments or minerals related to this kind of geological formations could be detected by a thin-section analysis. The soil deposits that appear to have features most similar to those observed in the pots and that are within the local geomorphology of Santa Ponsa are *terra rossa* soils with low carbonate content. However, this assumption is not conclusive because the petrology of the pots differs from the characteristics observed in other *terra rossa* soils from the Porto Colom area. The *terra rossa* samples analysed did not present large opaque inclusions.

In this case, we must consider several different possibilities: a) the use of deposits that are no longer present, b) the use of a remote deposit that has not been located by prospecting research and is, therefore, undocumented in the

geological maps of the area, or c) the use of clay of foreign provenance, or the foreign manufacture of the pots themselves. Sediments rich in iron, titanium and zircon, features close to those observed in the pastes here, are well established as being present in other Mediterranean regions, such as the delta of the Ebro river (Viladevall *et al.*, 1991).

5.1.3. *Terra rossa* soils: Quartz-rich clays.

Other raw materials used in the production of the pots, as well as of the building materials, were the *terra rossa* soils. A small group of samples, unclassified chemically and exclusively from II-I BC, with a border/low calcareous and highly siliceous paste, must be related to the use of these clays. All these pots are characterised by the lowest amount of CaO (<3.6%) and the absence, or the lowest intensity, of calcite peaks, as well as other carbonated minerals, in the XRPD analysis. The mineralogical composition of these samples is well correlated with the XRPD data obtained from *terra rossa* deposits from the area of Portol (Mallorca) that are currently used in

pottery production (Albero and Puerta 2009).

The petrological analysis we carried out on some of these vessels shows evidence of high levels of quartz (22-27%) of different sizes and morphology. These quartz levels explain the high concentrations of SiO₂ observed chemically (60-67%). The presence of high levels of sub-angular quartz in some samples from Petrogroup 4 might be related to the addition of this mineral to the pastes.

Potters commonly used this type of red clay in ancient times to construct ceramics in the Mediterranean (Hein *et al.*, 2004; Swift 2006; Shoval *et al.*, 2006; Itge 1991b). Potters also currently use such clays in Mallorca (Llabrés Ramis and Vallespir Soler 1980: 251-252; Massot Mut 1989: 78, 87; Canyelles 2001: 17). In the Santa Ponsa area, the nearest alluvial red clay deposits dating from the Holocene are located in the plain of *Son Bugadelles*, placing them 1700 m from the Late Iron Age settlements studied.

5.1.4. Igneous clays.

The minerals revealed petrographically in the sample CLG-

2755 (quartz, potash feldspar, plagioclases, and biotite and muscovite flakes) previously existed in the form of plutonic or sub-volcanic igneous intrusive rocks, such as granite or ophite (Mackenzie and Adams 1994: 92-93). These minerals must be related to the parent rocks of the clays used to build this pot. These minerals can be linked to the presence of highly altered granitic rocks deposited as sand in alluvial basins.

In Mallorca, unique igneous deposits are associated with volcanic rocks, such as basalts, and are restricted to the area of *Cala Tuent*. Therefore, the mineralogical composition we observed in this Bronze Age sample is not compatible with the local geology and is undoubtedly of an exogenous origin. Because this pot has singular features linked to a foreign origin, we obviously could not classify it within one of the chemical reference groups established for the sites under study. If we consider the main courses that connected the Balearic Islands with the coastal areas of the continent (Guerrero 2006a and b; Guerrero *et al.*, 2007), we can suggest a hypothetical provenance for this material. These types of plutonic rocks are common in many regions of the

Iberian Peninsula. The best-documented source is located in the Catalanian area, where such rocks can be found in *El Maresme*, *El Vallés*, *Selva* and *L'Empordà*.

5.2. Tempers.

Thin-section studies have documented the intentional addition of different materials for tempering pots. Crushed spathic crystals of calcite are commonly identified by variable amounts (<40%) of rhombohedral grains in a large number of vessels. Sometimes, these crystals are combined with elongated voids related to the addition of organic matter (probably *Poaceae*). In a few vessels we have documented the presence of peloids and traces of red algae (*Rodoficies*) usually associated with the utilization of local calcarenites. In addition, we have assessed the use of small grains of crushed calcite-composed grog and calcareous rocks such as breccias in some pots.

5.2.1. Spathic crystals of calcite.

Most of the samples we analysed (60%, $n = 162$) provide evidence,

independently of the type of clay utilised, of potters' use of spathic crystals of calcite as temper. The presence of this type of temper can easily be established by such optical means as a microscope and, especially, a petrographic microscope. This temper can also be indirectly detected by means of XRPD and XRF, through which high calcite peaks and high CaO concentrations, respectively, can be detected. A strong correlation exists between the amount of crushed calcite detected in the thin sections by means of comparative charts and the mineral phase detected by image analysis (Pearson's $r = 0.714$, $n = 34$). The same occurs if we compare the petrographic estimations with the CaO concentrations (Pearson's $r = 0.683$, $n = 36$) or with the amount of calcite revealed by XRPD (Pearson's $r = 0.735$, $n = 26$). The samples with high CaO and calcite concentrations provide evidence, when they are observed under a microscope, of coarse textures (GT-A or GT-B) characterised by abundant, white or gray, translucent crystals that usually have a rhombus or prismatic morphology. These crystals are undoubtedly the same as the calcite

crystals identified by use of the petrologic microscope.

The correlation explained by this statistical analysis is sufficient to allow us to classify ceramics with regard to the presence of crystals of calcite detected by other means than the petrologic microscope. We can also classify samples in which we identify crystals of calcite by means of a microscope and through the analysis of the supporting data obtained from the CaO concentrations in the XRF analysis and the intensity and estimated percentage of the calcite peaks detected by XRPD. This routine, which combines several techniques, allows us to identify the addition of spathic crystals of calcite in a large number of samples without creating thin-sections of all the shards.

The calcite observed by optical means is mono-crystalline spathic and quite angular, with a rhombohedral shape. When it is not thermally altered, it presents a translucent appearance. The crystals are euhedral, with well-defined planes that are not common in nature (Kerr 1959: 159; Harvey and Blatt 1982; Larrea *et al.*, 1999). This feature provides evidence that the rock was crushed and intentionally added to the

paste. The presence of spathic crystals of calcite in the pots varies; in some vessels, the levels reach 40 to 50%, whereas in others, such as those from the TSB site, this mineral is only marginally present (<10%). The most common percentage is 20 to 30%. Therefore, the amount of calcite potters added to the paste has direct consequences for the variability of the data set, giving rise to particular groups of materials.

This human activity altered the original textural, chemical and mineralogical composition of the raw materials used in the production of the pottery, creating a fabric with particular features. The crystals have a seriated distribution and are usually smaller than 1.5 mm in size, suggesting that the rocks were well crushed and homogenised. A few samples contain larger, poly-crystalline rock fragments of spathic calcite, the result, undoubtedly, of lethargic grinding.

5.2.2. Organic matter.

The study of the samples by optical means provides evidence of the addition of organic matter not only in many vessels (77.2%, $n = 132$) but also in the waterproofing materials from

Closos de Can Gaià. This type of temper, common in several ceramic products around the world (Sestier *et al.*, 2003; Spataro 2004, 2006; Bollong *et al.*, 1993; Gosselain 2008; Tomber and Cartwright 2009), was observed independently of the kind of clay used to build the pots and introduced important changes in the texture and physicochemical properties of the pastes. The measurement by means of an image analysis of the negative prints left by this matter after firing revealed, as was the case in other studies of prehistoric pots from the island (Palomar 2005, 2009), that the pastes contain highly variable amounts of organic matter (1-21%). Therefore, a large variation exists within the concentrations of this temper in the vessels (coefficient of variation = 0.63). We can establish three basic categories through an examination of a histogram based on the volume (in percentages) of this matter: <5%, 5-10%, and >10%.

Within the set of pots containing organic matter ($n = 102$), we can distinguish a small group of samples (14.7%) that contains very small amounts of this substance (<3%). In these cases, the presence of organic matter must be related to parts of plants,

such as roots, that are naturally present in the soils. This fact can explain why the fine and irregular morphology of these prints is completely different from the morphology of those samples in which large amounts of organic matter were added as temper.

Meanwhile, higher levels of this temper (3-21%) are documented in most of the samples containing organic matter (85.3%). In these samples, the negative elongated prints are easily observable on the surfaces of the pots or in their sections, being more abundant, larger and thicker.

The larger amounts and the characteristics of the organic matter provide evidence that it was added intentionally to the paste as temper. The temper is up to 5.5 mm in length, the maximum size possible without piercing the wall of the pot, and generally has an elongated shape. These observations suggest preferences for selecting particular parts of plants because both hard and soft stems were chosen for tempering the pots. It appears that the stems were not processed in an orderly fashion; their lengths and widths are quite variable. These data, as well as the absence of charcoal, suggest that the potters did not use the woody parts of

plants and that the organic matter was quickly cut up.

By referring to the location of the internal nodes and the traces left by combustion, preliminary studies of the morphology and features of the organic matter's negative voids that were carried out with the collaboration of Dr. C. Cartwright³ suggest the use of *Poaceas* in most cases. The pores related to the organic matter usually have a curved and elongated morphology, abundant nodes and many longitudinal stripes associated with their microstructure. All these features provide evidence that the stems and soft parts of herbaceous plants were used for tempering the pots. Such plants (as pollen and phytolith analyses show) were and continue to be abundant and accessible in the Santa Ponsa area. They grow near the archaeological sites studied, and the ancient potters who lived there could easily harvest them. This organic matter is also similar to that identified by data obtained from pots cast in other areas of the island (Coll 1997b; Palomar 2005: 334-335, 2009).

³ Scientific expertise in analysis of organics, *The British Museum: Conservation and Scientific Research*.

5.2.3. Calcarenites.

We established the fact that potters used calcarenites in samples from Petrogroup 3. These samples are characterised by the presence of peloids and coralline red algae, both of which possess a rounded morphology and a regular size that is very close to the maximum size observed in samples containing spathic calcite crystals. This type of algae is closely associated with fossiliferous sands, such as biocalcarenes or aeolianites. In Mallorca (Calvet *et al.*, 1980; Pomar *et al.*, 1983; ITGE 1991; Fornós *c. p.*), such sands are usually connected with Upper Miocene or Lower Pliocene calcarenites and reef limestone deposits. These types of rock are also well documented in many locations in the Santa Ponsa region (ITGE 1991a), very close (1 km) to the sites under study.

These samples contain high concentrations of microfossils, which form part of both the matrix and the coarse fraction. Therefore, the rounded grains we observed must be related to the inclusions that form part of the rock that was crushed by the same procedure as the spathic calcite. A small portion of the samples we analysed (3.1%) was

tempered with a particular rock. Although one of the samples we analysed cannot be classified in any reference group, the other samples are closely related chemically to Reference Group SM-A1, which contains several SM vessels with spathic crystals of calcite. Thus, the data suggest that these samples were also produced in the *Puig de Sa Morisca* from the clay deposit located near the site. Finally, the calcarenites and the aeolinites usually contain variable amounts of detrital quartz grains within their composition (Calvet *et al.*, 1980; Bugini and Folli 2008). When the rock was crushed, this mineral was also introduced and mixed with the fine clays used to develop the paste. This procedure explains the higher levels of rounded mono-crystalline quartz (10-15%) (the grains of which sometimes are sub-angular and poly-crystalline) that are found in the Petrogroup 3 samples.

5.2.4. Grog.

The use of grog for tempering the pots was a marginal choice in the samples we analysed (1.2%). Many differences exist in the features of the grog fragments related to the age of the

samples. In one Late Iron Age case, potters fired the grog fragments at low temperatures and tempered them with spathic crystals of calcite and organic matter, giving a coarse and porous texture to the temper grains. In contrast, in the Early Bronze Age, the grog fragments have a finer texture and are optically isotropic, which suggests that potters used slightly over-fired pots, previously rejected and then reused, for tempering. Apart from the symbolic connotations that this kind of temper could lend to pots, we must consider the possibility that grog was an accessible and abundant source of temper for the ancient potters, who could easily gather it in their own settlements.

5.3. Coatings.

Although potters used slips in the surface treatment of some artefacts, burnishing and polishing were more widely used techniques. Potters probably incorporated burnished, polished and slip finishes to reduce the highly open porosity of pot surfaces caused by the burning of organic matter within the vessels and to reduce the resulting porous caused by decomposed and carbonated matter. Slips, consisting

of a thin clay coat covering the surface of the pots, were easily identifiable in many samples by means of a petrologic microscope, a microscope and SEM-BSEI. The chemical composition of many slips was also established by SEM-EDX. It is possible to distinguish between different slip types. We can document thin, fine slips up to 100 μm in width filling the pores on the surface of pots. In some cases, as SEM-EDX analysis revealed (particularly in samples from the Early Bronze Age or from the TSB site), these thinner slips are red in colour and rich in iron (Figure 6).

We can also document by optical and textural means the presence of other, thicker slips, usually 300 to 1000 μm in width, in several samples. In contrast with the thinner slips, these thicker slips contain a few non-plastic inclusions, such as carbonates, although these are always smaller and fewer in number than those observed in the paste of the pot. The SEM-EDX analysis of some samples shows evidence of similarities in the chemical composition of both the paste and the slip, suggesting, at least in some cases, the use of the same raw material. As with the thinner slips, in many of these

samples the thicker coats are red in colour. Finally, in a few samples from the TSB site, we find a rare, thick, clay coat that shows montmorillonite peaks in the XRPD diffractograms, a clay mineral phase that is not present in the wall of the pots. In these cases, the data suggest that the coat was applied after firing.

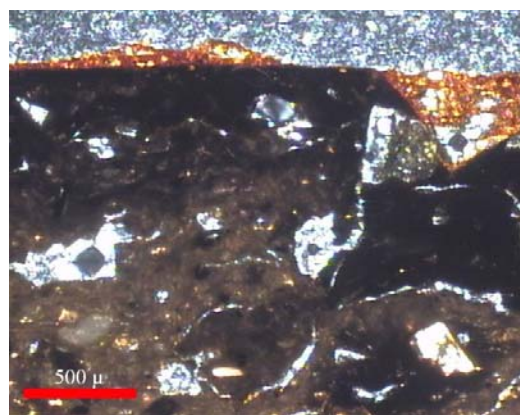


Figure 6: Micro-photo of a thin-section showing a red slip in an Early Bronze Age sample (XPL).

5.4. Firing temperature.

We observed the following results regarding the firing methods used for these artefacts: 1) a practically absence of high-temperature minerals as shown by XRPD, 2) no thermal decomposition of calcite crystals as shown in thin-section slides and 3) evidence of un-vitrified matrix as shown by SEM and petrologic studies. Our analysis suggests a low or very low firing temperature never exceeding

800°C in practically all the pots analyzed. This low-temperature firing strategy seems to be undoubtedly related to the requirement for controlled decomposition calcareous bodies. By this firing method potters could prevent fractures and burst processes from occurring as the calcite turns to calcium oxide and then rehydrates post-firing (Albero 2007).

We used a ternary diagram system, CaO-Al₂O₃-SiO₂, to observe the distribution of the samples in the context of a thermodynamic triangle, which identifies the high-temperature phases (>850 °C) that must appear in the XRPD diffractograms as a result of the chemical composition of the pots and the firing temperature used (Heimann

1989 in Buxeda and Tsantini 2009). In the thermodynamic ternary diagram we obtained (Figure 7), we observe that most samples that are characterised by a high calcareous composition are located within the quartz-anorthite-wollastonite triangle or the wollastonite-anorthite-gehlenite triangle. These mineral phases are in agreement with the experimental patterns found in many samples through the use of an X-Ray Diffractometer equipped with a high-temperature chamber. Finally, we located group of samples with a lower calcareous concentration (CaO <12%) in the thermodynamic triangle of quartz-anorthite-mullite.

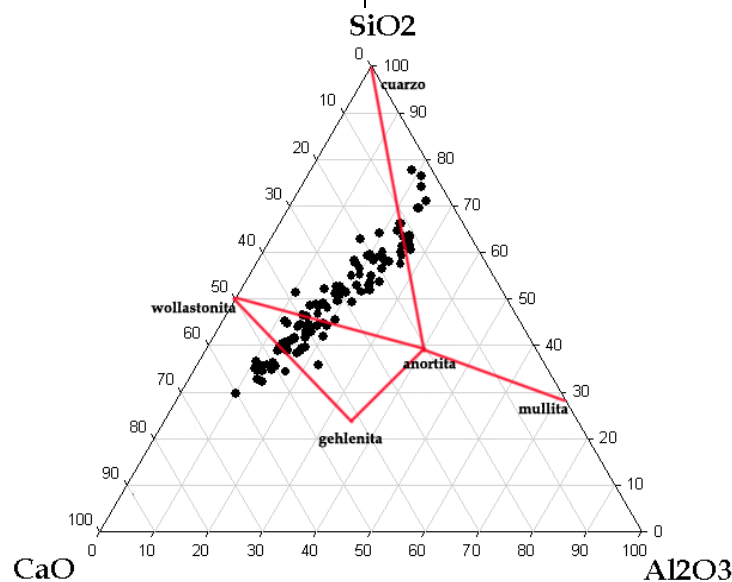


Figure 7: Distribution of the samples analysed within the thermodynamic ternary diagram of the system CaO-Al₂O₃-SiO₂ (data normalised to 100%).

Of the 123 samples we analysed by means of XRPD, only two (1.6%), originating from the Early Bronze Age stratum of *Closos de Can Gaià* (CLG-2795, CLG-2430), showed evidence of a slight over-firing. This evidence is clearly visible in the high-temperature phases, as well as in the low intense calcite peaks in the XRPD diffractograms.

The presence of calcite peaks in these samples may be explained as the residual survival of primary calcite from the coarse grains that were incompletely dissociated in the pastes. We also must consider the possibility that such peaks are the result of the post-depositional crystallisation of secondary calcite from the dissociated calcium oxide present in the clay matrix. Within the high-temperature phases detected, we find (insofar as can be expected, given that both samples are characterised by moderate concentrations of CaO [13.5-20.5%]) the development of mineral phases typically associated with calcareous pastes, such as anorthite and ghelenite (Figure 8). By means of XRPD, we also find hematite peaks, a mineral phase that can crystallise in oxidising conditions starting at 775°C. Finally, we documented the presence of

spinel, suggesting a firing temperature of between 775° to 875°C (Palomar 2005: 320; Ortega *et al.*, 2005; Maritan *et al.*, 2006; Buxeda and Tsantini 2009).

The presence of a phyllosilicate peak at 4.45 Å reveals the survival of clay minerals in the paste, probably illite and muscovite, both of which have structures that survive in paste in temperatures up to 900° to 950°C (Murad and Wagner 1996; Buxeda *et al.*, 2001). This observation fits well with the absence of wollastonite and mullite in the XRPD diffractograms, as these mineral phases form in temperatures above 950°C, as was the case in the experimental firings. Finally, it is also remarkable that the temperature to which these slightly over-fired samples were subjected was insufficient to initiate the crystallisation of secondary post-depositional phases, such as analcime (5.60 Å and 3.42 Å), that we find in over-fired calcareous pots exposed to temperatures of 1000°C (Tsantini *et al.*, 2004).

All the data available establish a firing temperature of between 850° and 950°C for these samples and the existence of two possible firing strategies, one consisting in a longer firing at 850°C and the other a faster

firing at higher temperatures (900° to 950°C). Once the temperature reaches 750° to 800°C, the duration of the firing determines the degree of calcite decomposition and the crystallisation of new mineral phases in the pots (Olaetxea 2000). The microstructure of the paste from these samples, which we examined by means of SEM on freshly-cut sections, also provides evidence of a clay matrix with smooth surfaces and rounded, soft fusion points between the boundaries of the clay flakes. This state

is typical of cell microstructures that appear in calcareous pastes with a sintering degree related to an initial vitrification (Figure 10a). The features of the microstructures observed in these pots fit well with the temperature suggested by the high-temperature mineral phases detected by means of XRPD, which also confirms a firing temperature of between 850° to 1000°C (Mainman 1982; Cuomo Di Caprio 1984: 47; Padial, 1999: 174; Buxeda and Madrid 2009).

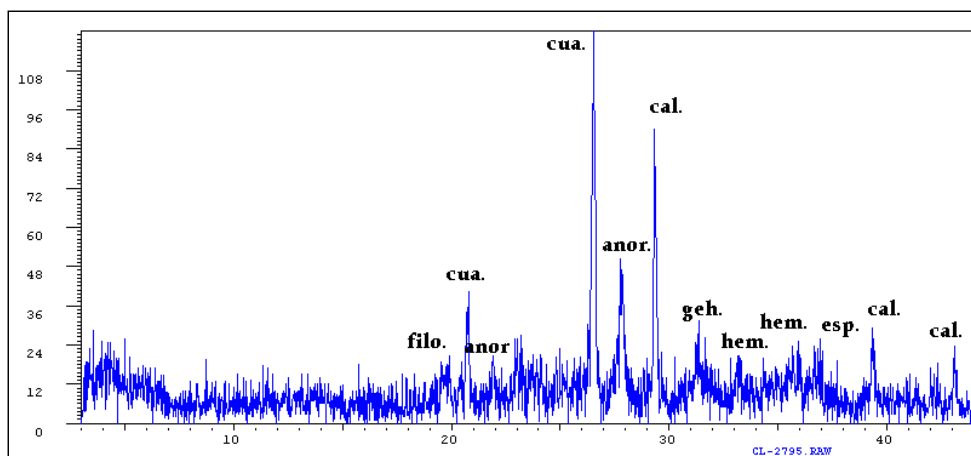


Figure 8: XRPD diffractogram showing the high-temperature phases identified in pot CLG-2795.

Aside from these scarce, over-fired samples, the majority of the samples analysed (98.4%) by means of XRPD is characterised by the absence of high-temperature minerals and very well-preserved calcite peaks, which suggests, according to some

self-conducted experiments (Albero 2010), that the firing temperature never exceeded 800° to 850°C. Such a low firing temperature would be an excellent strategy for firing highly calcareous pots, a feature of 99.5% of the samples analysed that have CaO

concentrations over 5% ($n = 148$). The microstructure of various low-fired samples we studied by means of SEM (CLG-154, SM-138, SM-659, SM-625, SM-642, SM-1125, TSB-6/80, TSB-6/87) is in agreement with the XRPD data. This observation includes some of the samples in which the petrologic analysis revealed thermally altered calcite crystals (SM-665, SM-325, CLG-149). None of these samples present sintering evidence when the surfaces and boundaries of the clay minerals are observed (Figure 10b). The microstructure of the matrix also shows no signs of vitrification, suggesting that the potters fired the pots up to a temperature of 800°C (Mainman 1982; Buxeda and Madrid 2009).

Although low temperature is evidenced in every case, optical analysis permits to divide the ceramics according to two dissimilar strategies of firing depending on the temperature, atmosphere and duration of the firing process (García *et al.*, in press). On the one hand, we documented pots without organic matter and high amounts of crystalline calcite fired mainly in a

reducing atmosphere. In these cases, the identification of thermal alterations in the calcite crystals (Figure 9a), and the hardest product obtained gives evidence of higher firing temperatures (700-800°C) and/or a longer duration.

On the other hand, we also documented tempered vessels containing unburned organic matter (Figure 9b) that confirm that these samples were fired at very low temperatures (<700°C) and/or for short duration. In these cases, the reduced cores of the samples suggest sluggish oxygen diffusion within the pottery that, into organic-rich pastes, could be produced under an oxidising atmosphere during the firing process (Maritan *et al.* 2006). These firings proceed in open fires and very quickly, normally in less than 1 h, and the high amount of organic matter in the pastes allows the formation of only thin oxidised margins.

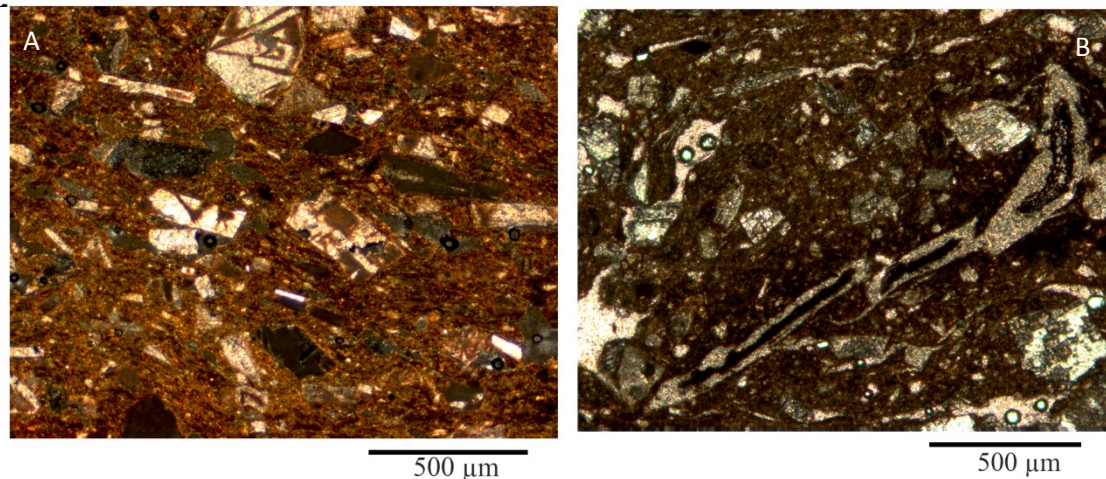


Figure 9: a) Calcite crystals that have been thermally altered (Sample SM-665, XPL). b) Unburned organic matter in sample SM-472 (XPL).

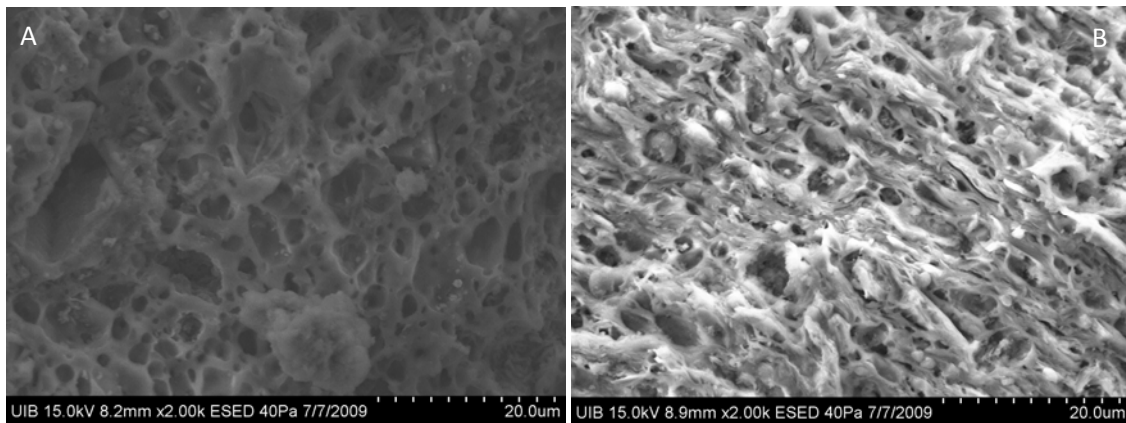


Figure 10: A) SEM image of the matrix microstructure in which clay laminates have smooth surfaces and soft and rounded fusion points on the boundaries (slightly over-fired sample CLG-2795). B) SEM image showing a quite initial sintering state in the clay matrix of the sample CLG-154 (<800 °C).

5.5. Pottery fabrics.

We used several diagnostic parameters to classify all the ceramics in different fabrics with regard to their mineralogical, petrological, textural and chemical composition, as well as their matrix microstructure. Subsequently, we used all these parameters to check correspondence among compositional

and archaeological data. The combination of these parameters, many of them quantitative, provides more complex groupings and allows us to understand the relationships among different types of compositional data (Baxter *et al.*, 2008).

We can synthesise these parameters into seven main variables:

- Presence or absence of added organic matter as temper.
- Percentage of Fe_2O_3 .
- Percentage of CaO .
- Percentage of calcite.
- Percentage of quartz.
- Presence of minerals, rocks and other components.
- Firing temperature.

Through the use of these diagnostic variables, we can establish general groups differentiating ceramics in accordance with their various characteristics and qualities, as well as in accordance with the use of diverse types of raw materials, clays and tempers, and different firing strategies. We can create an initial division by referring to the raw materials the potters used: ferruginous, siliceous, calcareous, granitic, etc. Another level of differentiation covers the various types of tempers, individually or combined, that the potters used to prepare the pastes: calcite, organic matter, grog, calcarenites, calcareous rocks, quartz sand, etc. Finally, we distinguish among the samples according to different firing strategies by noting the presence or absence of a high-temperature phases detected by means of XRPD, examining

the features of the microstructure by means of SEM and through optical examinations of the sections. These data all provide information regarding firing temperature, the firing atmosphere and the duration of the firing.

With this strategy in hand, we can categorise into 16 main Fabrics the technological choices potters made with regard to 145 vessels in terms of composition, features and qualities. This procedure allows us to place most of the samples we analysed (80.6%) into three main Fabrics (Fabrics 1, 2 and 3). The other fabrics include only a few cases ($n \leq 6$), or even isolated vessels. To pay attention to the key tendencies observed in the analysed record, we only discuss the characteristics of the three main Fabrics in the next sections; we summarise the features of the other fabrics in Table 4.

a) Fabric 1: Calcareous clays with spathic crystals of calcite.

This fabric includes 50 samples (34.5%) characterised petrographically by the potters' use of thin and highly plastic calcareous clays that are rich in foraminifera and abundantly available in sources close to the sites. The texture

of the pots' matrices suggests that potters failed to purify these raw materials and tempered them with spathic crystals of calcite, which were normally crushed and homogenised to sizes up to 1.5 mm. The potters' intentional addition of calcite to calcareous clays provides high CaO values (25-53%) in the XRF analysis and also increases the intensity of the calcite peaks in XRPD diffractograms. The coarse texture of the pots, which normally exhibit little organic matter, is mainly due to the large amounts of calcite potters added to the paste (20-50%). These samples, then, have coarse textures (>0.8 mm) with abundant mineral temper, such as those contained in Textural Groups A and D (63.4%).

The potters did expend some effort in preparing the pastes of this fabric, in that they attempted to regularise the size of the temper and to distribute homogeneously the mineral grains within the clay matrix. In doing so, they obtained highly standardised raw materials that were available for modelling a wide range of shapes and sizes. Finally, when fabricating the pots, the potters exerted some pressure on the walls of the vessels. Therefore, by compressing the pastes, they also

illustrated that they preferred a particular orientation of the prismatic calcite grains, as well as a reduction in the degree of porosity.

The absence of high-temperature minerals in the XRPD diffractograms (although it is possible to detect some thermally altered calcite crystals by means of thin sections) provides evidence that the pots of this fabric were fired at low temperatures (<800°C). Below this temperature, the negative effects of the added calcite are minimised. Finally, it is possible for us to distinguish between different sub-fabrics based on firing techniques that correlate to chronological parameters. Sixty-eight percent of the sherds from Fabric 1, from the Bronze Age and the Early Iron Age, contain reduced sections (Figure 11a) associated with the use of closed firing structures and longer firing duration. Fabrics with these features are common in the Mediterranean area (Palomar 2005; Clop 2007; Albero 2008), and this kind of firing strategy in calcite fabrics is well documented in Catalonia during the Bronze Age, where most pots (84%) were fired in reduced atmospheres (Clop 2007: 328). The same phenomena occur in Iron Age samples from

Guipúzkoa (Larrea *et al.*, 1999) and in samples from other sites in Mallorca (Gasull *et al.*, 1984; Cau 2005). This feature is important in technological terms because the use of reduced firing atmospheres is recommended to delay the decomposition of calcite and to obtain harder, and more resistant and compacted, products.

Meanwhile, 32% of the samples from Fabric 1, mainly from the Late Iron Age, contain oxidised sections (Figure 11b) that are characteristic of the use of open structures. This fact

suggests diachronic changes in the firing strategies used for pottering. However, this feature can also be associated with the difficulty in obtaining fully reduced sections in the production of pots, as obtaining reduced firings requires a complex process, especially in the cooling stage (Dawson and Kent 1984). Many variables are relevant in the oxidation processes, such as the thickness of the walls, the vessel size, and the distribution of the pots within the firing structure.

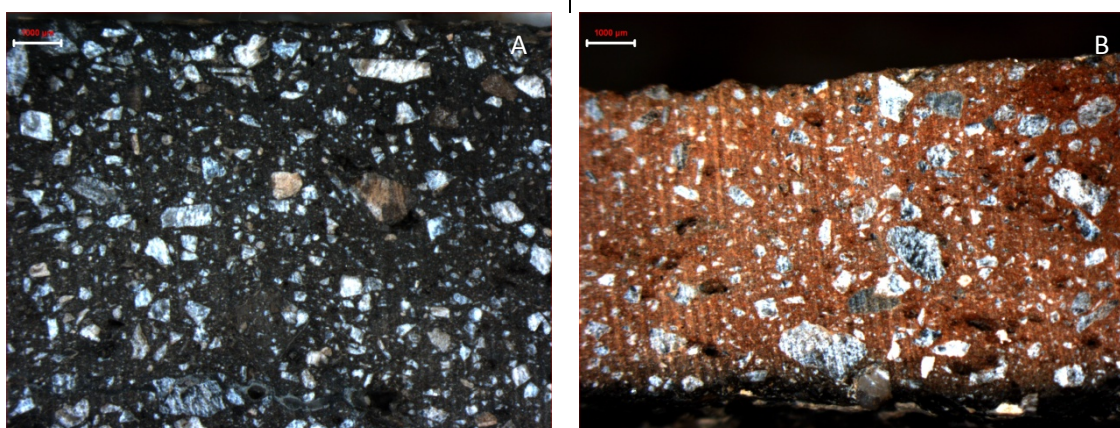


Figure 11: Micro-photos taken with a microscope showing oxidising (b) and reduced (a) samples from Fabric 1.

b) Fabric 2: Ferruginous clays tempered with calcite and organic matter.

This is the first evidence of the presence of this kind of fabric in the prehistory of the Balearic Islands. The large amount of iron, the absence of a high calcareous matrix and relatively

low CaO values suggest potters used ferruginous raw materials, possibly *terra rossa*, to develop the 29 pots included in this group. Although the clays are relatively fine and plastic, the raw material contains an abundance of clay pellets and looks dirtier than the latter. Most probably, the clays were not

sieved, but required a more intense cleaning process. However, this task was poorly performed; thus, the paste is more heterogeneous, and all evidence points to the fact that the potters merely added organic matter or a few calcite crystals as tempers. In conclusion, the potters poorly mixed the pastes, badly prepared the clays and unevenly distributed the tempers within the clay matrix. These factors create inconsistencies in the organic and mineral temper concentrations among different parts of the same pot (Figure 12).

The amount of organic temper potters added to the paste of these pots can vary widely (although there was some preference for adding between 8-10%) without any correlation with the quantity of mineral temper. In these samples, the amount of added calcite is also smaller (15%) than that observed in Fabric 1. Normally, we could detect only a few, poorly distributed crystals of this temper in a section, together with some limestone fragments. Most probably, these latter rocks were unintentionally introduced into the paste because the potters carelessly selected impure rocks. This behaviour is quite

the opposite of the temper-collecting strategies observed in Fabric 1.

The addition of different amounts of calcite temper explains the broad (though low in comparison with Fabric 1) range of CaO and calcite values we identified by means of XRF and XRPD. It is possible to distinguish between different sub-fabrics with regard to the amount of calcite potters added to the paste in the following manner:

b.1) Samples with the smallest amounts of mineral temper (<10%) and the finest texture (textural group C). The percentage of organic matter is below 10% and the CaO values are moderate (5-25%).

b.2) Samples with the coarsest texture (textural groups B1 and A1) and the largest amounts of mineral temper (10-17%), containing grains larger than 800 μm in size. In these samples, the CaO overage is increased (18-27%), and the amount of organic matter is variable (3-11%), but usually less than 5.5%.

The absence of high-temperature mineral phases in the XRPD diffractograms, the well-preserved state

of the calcite crystals and the presence of unburned organic matter in the sections suggest that these pots were fired at low temperatures and for a short time. The potters probably kept the temperature below 700°C. A majority of the samples (77.3%) have reduced cores and oxidised surfaces, features connected with the presence of abundant organic matter in the pastes. When this kind of temper is present in large amounts in pots that are fired for a short time and at low temperatures, this procedure produces reduced sections even when potters use open structures in the firing process (Maritan *et al.*, 2006). Finally, large amounts of iron and titanium provide this fabric with red and orange-red surfaces that make a strong visual impact.

The potters' use of highly organic and finely textured pastes furnishes products that, before firing, are very absorbent and plastic, features that can compromise the modelling process. The addition of organic matter would solve some of the modelling problems, as witnessed by the small amounts of mineral temper found in most of the pots, but such measures

were not sufficient to prevent distortions caused by the quick dehydration of the paste during the drying or firing processes. Because most of the organic temper had decomposed after firing, the pots also acquired a high level of porosity.

In conclusion, this kind of fabric was easy to develop, as it required little effort and time to prepare, as well as little infrastructure. However, it produced pots that were subject to shape distortions (Figure 12b) and that were less durable, less compacted and less stable. Consequently, these pots had a shorter life expectancy. These pots were also limited functionally by their high porosity. As we noted, potters could partially remedy porosity problems by applying specific surface treatments, such as slips, that homogenise the surface of pots and reduce open porosity. However, the physical resistance of these pots would be lower than that observed in pots from Fabric 1 because of the finer texture of the pots and their lower firing temperature. Such fragility would require the periodic replacement of these pots.

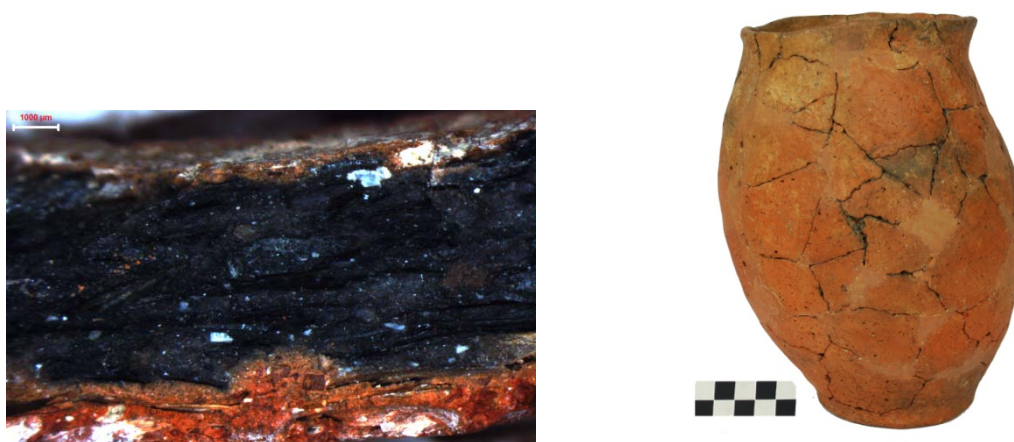


Figure 12: Micro-photo taken with a microscope of sample TSB-1/294 (A) representative of the features of Fabric 2. B) Photo of the pot TSB-2/40, representative of the macroscopic features of Fabric 2. These are fine-textured pots with little non-plastics, reduced cores and oxidised red surfaces.

c) Fabric 3: Calcareous clays tempered with spathic crystals of calcite and organic matter.

This fabric is quite common in the ceramic samples we analysed (26.2%). It is strongly associated with Late Iron Age levels at many sites of Mallorca. The raw materials potters used to build these pots are similar to those observed in the Fabric 1. These samples therefore are joined in a bivariate plot developed by reference to Fe_2O_3 and CaO . As with the samples in Fabric 1, potters tempered the samples in Fabric 3 with spathic crystals of calcite. However, in contrast to Fabric 1, these pots contain a higher, though variable, amount of organic matter temper ($\geq 4\%$). Clearly, the addition of

such large amounts of organic matter results in a new type of product with qualities that distinctly differ from those observed in Fabric 1 (Figure 13).

The final texture of the pots is related to their degree of porosity. As was the case in Fabric 2, the addition of organic matter as temper in these pots created high levels of porosity that limits their functionality (Capel *et al.*, 1982). Again, as was the case with the latter fabrics, the amount of crushed calcite incorporated into the paste strongly determined the final texture of these pots. We can also establish different sub-fabrics related to the amount of mineral temper we observe:

c.1) Sub-fabric 3.1: Formed by 24 potsherds with medium or small amounts of mineral temper (<10%) that ranges widely in size. The quantity of organic matter is highly variable in this sub-fabric (4.5-17%). Finally, the CaO values are scattered (13-42%), suggesting that the potters used calcareous raw materials to produce them.

c.2) Sub-fabric 3.2: Formed by sherds related to the textural groups GT-B1 and B2. These pastes also contain a large amount of organic matter (6-18%) and display a medium amount of mineral temper (10%) that is generally sub-millimetric in size (<0.8 mm). Because the potters used calcareous raw materials combined with calcite temper, these samples display high CaO values (28-39.5%) in the chemical analysis.

c.3) Sub-fabric 3.3: Formed by the coarsest-textured pots, related to textural group GT-A, that exceed 14% in mineral temper content. The amount of organic matter (5-7.6%) is always less than half the percentage of mineral temper. The features of these pots appear to be strongly connected with the technical solutions observed in Fabric 1.

As with the latter sub-fabric, the potters combined calcareous raw materials with significant amounts of calcite temper to produce these pots, resulting in the highest CaO values (40-48%) in the chemical analysis.

There is no correlation, with the exception of Sub-fabric 3.3, between the amount of mineral temper and the amount of organic temper we observed in the pots. The amount of organic matter potters added to the paste could be determined by the plasticity of the raw materials they used and by the dampness of the soils, both of which could be easily offset with the addition of this temper.

In contrast, there is an important correlation in Sub-fabrics 3.2 and 3.3 between the mineral percentage that image analysis discloses and the CaO values that XRF reveals. This correlation may indicate the presence of a heterogeneous fabric constituted by badly mixed and prepared pastes and characterised by the potters' use of calcareous raw materials and mineral tempers. Many features of this fabric are related to the features that typify Fabric 1; however, the effort the potters expended, especially in sub-fabrics 3.1

and 3.2, is more comparable to that observed in Fabric 2.

The firing strategies are also similar to those observed in Fabric 2. There are no high-temperature mineral phases, no evidence of sintering in the groundmass and no thermal alterations of the calcite crystals. At the same time, most samples preserve unburned organic matter within the matrix. All these data suggest that the potters fired these samples at temperatures below 750°C and in many cases below 650°C. The main firing atmosphere we observed in this fabric (84%) is related to reduced cores and oxidised surfaces, suggesting the same firing strategies we described for Fabric 2. That is, the procedure entailed short firings at low temperatures conducted in open structures and an oxidising atmosphere. The number of completely oxidised pots is low (16%); the degree of oxidation depended on the amount of organic matter added to the paste, the thickness of the walls, the duration and the temperature of the firing and the

distribution of the pots within the firing structure.

This firing strategy, revealed by means of macroscopic colour transitions (oxidised/reduced/oxidised), is well documented in pastes from other archaeological sites, such as *Son Fornés* (Palomar 2005: 161, 434; Palomar 2009) and *Ses Paises* (Cau 2004), which are similar to those observed in Fabric 3.

As we explained with regard to Fabric 2, the use of organic matter reduces considerably, in comparison with mineral temper, the effort necessary to temper highly plastic and humid clays. By using this temper, potters could model and fire their pots quickly, thereby decreasing the cost of the production (Skibo *et al.*, 1989; Palomar 2005; Martineau *et al.*, 2007). Nevertheless, when they used large amounts of organic matter to temper pots, potters created more highly porous products. As suggested before, they could mitigate the negative effects of this temper by applying specific surface treatments, such as slips and resins.

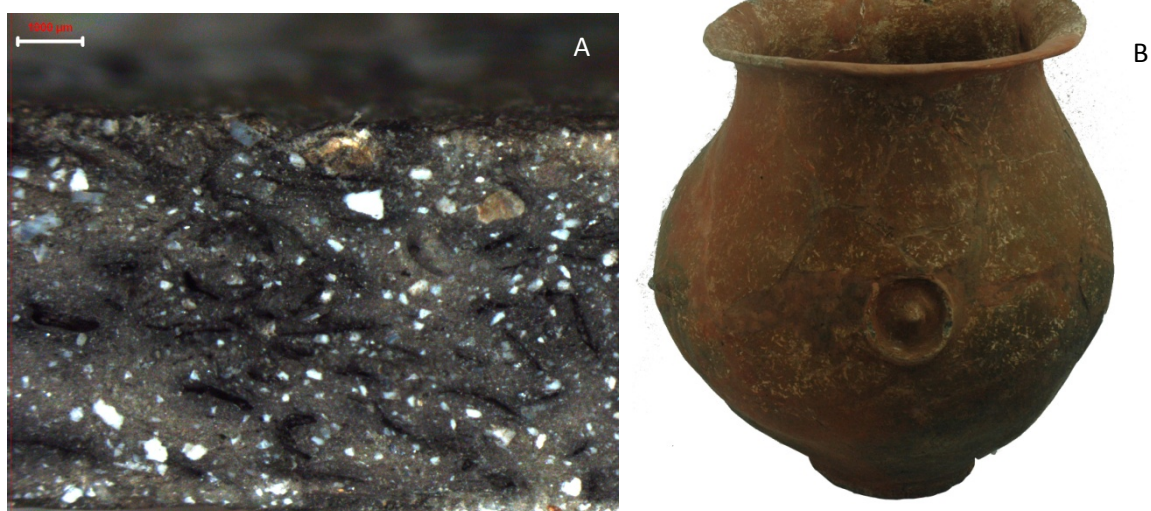


Figure 13: A) Micro-photo, taken through a microscope, of the sample TSF-235, representative of the features of Fabric 3.1. B) Photo of the pot TSF-353, representative of the macroscopic features of Fabric 3.

Abstract/Resumen

Fabric	Clay	Temper	Texture	Firing Atmosphere	Firing duration	Firing Temperature	Material	Chronology	Site	Geological Compatibility
Fabric 1	Calcareous	Calcite (20-40%)	Coarse Micro-porous	Reduced Oxidizing	Long	700-800°C	Ceramics	1500-300 BC	<i>Closos de Can Gaià</i> <i>Puig de Sa Morisca</i> <i>Son Ferrer</i>	Compatible
Fabric 2	Ferruginous	Calcite (<15%) Organic matter	Thin Macro-porous	Oxidizing	Short	<650°C	Ceramics	500-75 BC	<i>Turó de les Abelles</i> <i>Túmulo de Son Ferrer</i>	¿?
Fabric 3	Calcareous	Calcite Organic matter	Coarse-middle Macro-porous	Oxidizing	Short	<650°C	Ceramics	500-75 BC	<i>Puig de Sa Morisca</i> <i>Son Ferrer</i> <i>Turó de les Abelles</i>	Compatible
Fabric 4	Calcareous	Organic matter	Thin Macro-porous	Oxidizing	Short	<650°C	Ceramics	500-75 BC	<i>Son Ferrer</i> <i>Turó de les Abelles</i>	Compatible
Fabric 5	Ferruginous	Organic matter	Thin Macro-porous	Oxidizing	Short	<650°C	Ceramics	250-75 BC	<i>Turó de les Abelles</i>	¿?
Fabric 6	Calcareous	-	Middle Micro-porous	Reduced Oxidizing	Long	850-950°C	Ceramics	1700-1500 BC	<i>Closos de Can Gaià</i>	Compatible
Fabric 7	Calcareous	Calcarenites Organic matter	Coarse Macro-porous	Oxidizing	Short	<750°C	Ceramics	400-300 BC	<i>Puig de Sa Morisca</i> <i>Son Ferrer</i>	Compatible
Fabric 8	Siliceous	Quartz sands Organic matter	Thin Macro-porous	Oxidizing	Short	< 750°C	Ceramics	500-75 BC	<i>Turó de les Abelles</i> <i>Son Ferrer</i>	Compatible
Fabric 9	<i>Terra rossa</i>	Organic matter	Thin Macro-porous	-	-	-	Tile roof	1000-800 BC	<i>Closos de Can Gaià</i>	Compatible
Fabric 10	Marl	-	Thin-middle	-	-	-	Tile roof Adobes	400-75 BC	<i>Turó de les Abelles</i> <i>Puig de Sa Morisca</i>	Compatible
Fabric 11	Calcareous	Mixed clays?	Thin	-	-	-	Loom weights	250-75 BC	<i>Turó de les Abelles</i>	Compatible

Fabric 12	Calcareous	Calcite (<10%) Grog	Middle Micro-porous	Reduced	Long	700-850°C	Ceramics	1700-1500 BC	<i>Closos de Can Gaià</i>	Compatible
Fabric 13	Granitic	-	Middle	Reduced	Long	<925°C	Ceramics	¿?	<i>Closos de Can Gaià</i>	No Compatible
Fabric 14	Calcareous	Breccias/limestone Organic matter	Coarse/middle Macro-porous	Reduced Oxidizing	Short Long?	<700°C	Ceramics	400-300 BC	<i>Puig de Sa Morisca</i>	Compatible
Fabric 15	Calcareous	Grog Organic matter	Middle Macro-porous	Reduced	Short	<650°C	Ceramic	400-300 BC	<i>Puig de Sa Morisca</i>	Compatible
Fabric 16	Siliceous	Quartz sands Limestone	Thin Compacted	Oxidizing Reduced	Short Long	<750°C	Ceramics	1100 BC 200-75 BC	<i>Puig de sa Morisca</i> <i>Turó de les Abelles</i> <i>Son Ferrer</i>	Compatible

Table 4: List of Fabrics established by reference to type of raw material, tempers, texture and firing strategy (firing atmosphere, firing duration and estimated firing temperature). Also included are remarks on the kind of archaeological material contained in each fabric, chronology, the provenance site and compatibility with local geology.

6. CONCLUSIONS.

6.1. Paste and typology.

We have studied the relations among ceramic pastes and different levels of typological categories (Families, Shapes, Types and Sub-types) established for samples from the Late Iron Age (García Rosselló *et al.*, unpublished). This approach allows us to understand the relationships among different technological choices in the fabrication process, as well as to explore the variability of the artefacts. If we consider typological variability in

combination with the variability observed in other technological settings, we will be in a better position to discuss the social significance of various technological features, such as the skill of the potters and the degree of specialisation in the production and knowledge transmission systems. Finally, through this strategy of typologising pastes, we may be able to determine whether potters developed techno-functional behaviours and functional adaptation patterns.

6.1.1. Shape, paste and production.

The variability among the different types and sub-types of samples coincide, in most cases, with technological variations in paste fabrication processes and diverse production strategies. Typological variability is also related to the diverse chemical reference groups we documented at the different archaeological sites. The large number of chemical loners, resulting in unsuccessfully classified pots of

uncertain origins, explains the high variability we observed in the pastes at the type and sub-type levels. However, we have also observed evidence of different types of behaviour that are linked to the types of products developed from each chemical reference group. There are clear differences between reference group SM-A1 and the other reference groups (Table 5). In this reference group, potters used raw materials of similar origin to construct a wide range of vessels of different shapes and sizes. In these cases,

morphological, metrical and functional criteria played no role in the choice of the resources used for potting; potters used the most common resource available to build all types of pots. Therefore, we observe reference group SM-A1 in pots from families II, IV, V, VI, VII, VIII, IX and XI.

In contrast with the latter, the chemical reference groups developed in *Turó de les Abelles* and *Son Ferrer* involved a smaller number of cases concentrated in concrete types. On the first site, there is a marked preference for using pastes related to the TSB-A reference group for larger vessels, whereas the smaller vessels are more closely associated with the TSB-B2 reference group, with loners very closely related chemically to vessels from the SM reference groups. The different types and families established in this archaeological site are parsimoniously distributed among the various reference groups that we have documented. The various types of vessels, of a definitive shape and size, are exclusively located in concrete reference groups. Therefore, we can divide the products documented on this site into two categories with respect to the type of pots the potters developed

and the raw materials they used in fabrication. These data suggest the presence of two separate production units that used different resources and produced morphologically and metrically dissimilar pots. This organisation of production can explain the compositional, technological and typological variability we observed in the site's ceramic record.

We observe the same tendencies in the ceramic record of *Son Ferrer*. We based the chemical reference groups on the fabric of the ceramic funerary urns. On this site, typological differences among the funerary containers (Figure 14) also coincide with the variability we found in the chemical data. Each production unit developed its own funerary pots using different raw materials and shaping strategies. The pots produced for a particular purpose had a similar shape and size, perhaps determined by the specific function they performed, although the productive units were technologically dissimilar. The high variability observed in pots from the same family (size) and type (size + shape) must be related to a disassociated process of production that influenced the use of raw materials and the shape of the final products. This

suggests that several production units provided sundry funerary urns to the same cemetery site during the Late Iron Age.

The funerary urns were used to bury children, and their features are characterised by poor solutions to production problems related to their shape and paste. The technological solutions potters used to produce these vessels are similar to those we observed in the fabrication of storage pots for domestic use (e.g., *Turó de les Abelles*). Perhaps the technology potters used to produce funerary urns was related to the technology they used to fabricate non-funerary objects.

We also suggest the possibility that these funerary urns were produced for the exclusive purpose of burying children. These are badly cast pots, variable in their pastes; therefore, we only observe two main tendencies related to their fabrication. We have documented the presence of smaller urns (Types 21, 22 and 23) that have fine-textured pastes; the small amounts of mineral temper present is offset by an increased percentage of organic matter. Pastes with these characteristics are inconsistent, and they cause multiple distortions in the basic shape of the pot.

In contrast, the larger urns (Types 27 and 28) are characterised by coarser textures, are rich in mineral temper and are constituted by highly calcareous pastes. Although they contain more non-plastics, these pastes are still rich in organic matter; therefore, as with the smaller urns, they are significantly porous. However, in all cases, potters prepared the pastes poorly and crushed the temper in a slovenly fashion. The texture exhibits a heterogeneous grain size, and the grain is poorly distributed within the groundmass. The potters also shoddily distributed the organic matter temper within the matrix.

As several archaeometric analyses suggest, the reduced cores and the presence of unburned organic matter within the matrix indicate that the funerary urns were poorly fired, at low temperatures and for short durations. The technical solutions the potters adopted for vessels of this functional category correspond to production procedures used to fabricate fragile, disposable, single-use pots. Therefore, the function of these pots did not appear to require any specific technical solutions, such as those needed in the fabrication of pots used for such domestic purposes as cooking. We can

conclude that the potters, as in the case of funerary urns, did not expend the effort needed to prepare good pastes when producing disposable pots.

Finally, the features of these pots suggest that the potters who produced funerary urns did not possess specialised skills.



Figure 14: Photos of funerary ceramic urns from *Son Ferrer* A) TFS-244 y B) TFS-237.

All the potters, even when using different kinds of pastes, moulded their pots by reference to a main, basic shape (BS-4). This basic shape appears to have been easy to copy, even when potters used a wide range of strategies when modelling the pot and preparing the paste. This basic shape would be recommended for use with highly variable pastes.

We also documented the use of concrete fabrics to develop multiple basic shapes (Table 6). This could mean that these materials were potentially

available to model a wide range of pots with different shapes. For example, Fabric 3 was used to build pots related to basic shapes 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7. Likewise, Fabric 2 is related to basic shapes 3, 4, 5, 6 and 8. Finally, the correspondence among marginal fabrics and the basic shapes a minority of potters used is of interest. Both represent marginal technological solutions that were isolated from the main productive patterns but which increased the variability of the samples analysed.

Table 5: Families and types related to each chemical reference group; the families or types most usually produced within each reference group are in bold.

Reference Groups	Families	Types
SM-A1	I, II, V, VI, VII, VIII, IX, XI	1, 7, 16, 18, 19, 21, 22, 26
SM-B1	I, II, VIII	1, 7, 19
TSB-A1	VIII, XIV	21, 31,
TSB-A2	I, XIII, XVI	5, 30
TSB-A3	VII , IX	19 , 22
TSB-B1	VII, XVI	20, 1/303 (big storage pot)
TSB-B2	I, II , XII	5, 7 , 27
TSF-A	IV, VII, X, XII	11, 21, 23, 27
TSF-B	II , XII, XVI	7 , 28
TSF-D	VII, X	20, 23

Table 6: Fabrics and basic shapes documented in the samples analysed; the most commonly produced basic shapes in each fabric are in bold.

Fabrics	Basic Shapes
F-1	1, 2, 4
F-2	3, 4 , 5, 6, 8
F-3	1, 2, 3, 4 , 5, 6, 7
F-4	2, 4
F-5	4
F-7	4
F-8	6 , 7
F-14	6
F-16	4, 8

Finally, with regard to the relationship among pastes and vessel sizes in pots from the Late Iron Age, we

may distinguish, in general terms, two basic textural groups that occur in many ceramic productions:

a) Fine-textured pots: The finest texture is observed in those vessels of small and medium size related to families I, II and IV. However, we also document fine textures in a few larger storage pots (Types 23, 24, 25, 28 and 29). The pastes of both types of pottery are usually categorised within Textural Group C, characterised by very fine textures with low amounts of mineral non-plastics. In these vessels, the potters put forth little effort during the paste preparation process, especially for the smaller vessels, probably because these pots had a low life expectancy and high replacement levels. To develop fine-textured pots of larger size, the potters preferred to use large amounts of organic temper to prepare the pastes and model the shape.

b) Medium and coarse-textured pots: One set of the coarsest textures within the Late Iron Age ceramic record occurs in open, low, handled pots found in both small and large sizes (types 7.1, 14 and 32). Another set, which contrasts with the smaller pots, are the tall storage pots (types 19.1, 20, 21, 27, 30 and 31) of the families IX, XI, XII, XIII and XIV. These are found in both funerary and non-funerary contexts. They contain

medium amounts of mineral temper and have textures related to textural groups A or B. These textures, because of the higher consistency of their paste, allowed the casting of larger pots.

6.1.2. Ceramics: pastes, types and functional adaptation.

The Principal Component Analysis (PCA), developed with six variables (percentage of CaO, percentage of quartz, percentage of calcite, percentage of minerals, percentage of organic matter and percentage of Fe₂O₃), provides evidence regarding possible relationships between the technological solutions the potters developed and the various typological categories (Families and Types). The pastes we documented are scattered (Figure 15 and 16), distributed regardless of the family (size) or type (size + shape) of the pots. This fact suggests that the potters did not develop concrete paste recipes (which would uniformly furnish particular qualities in pastes) for pots of similar size and shape. We can only point to the general tendencies, explained above, regarding the texture and the size of the pots.

Thus, the pastes' features appear to correlate more with concrete production strategies and necessities linked to the fabrication needs of the pots (for example, their size) than with techno-functional adaptation factors.

Regarding function, the pastes seem to be influenced by such phenomena as redundancy, multiplicity, multifunctionality and the absence of specialisation.

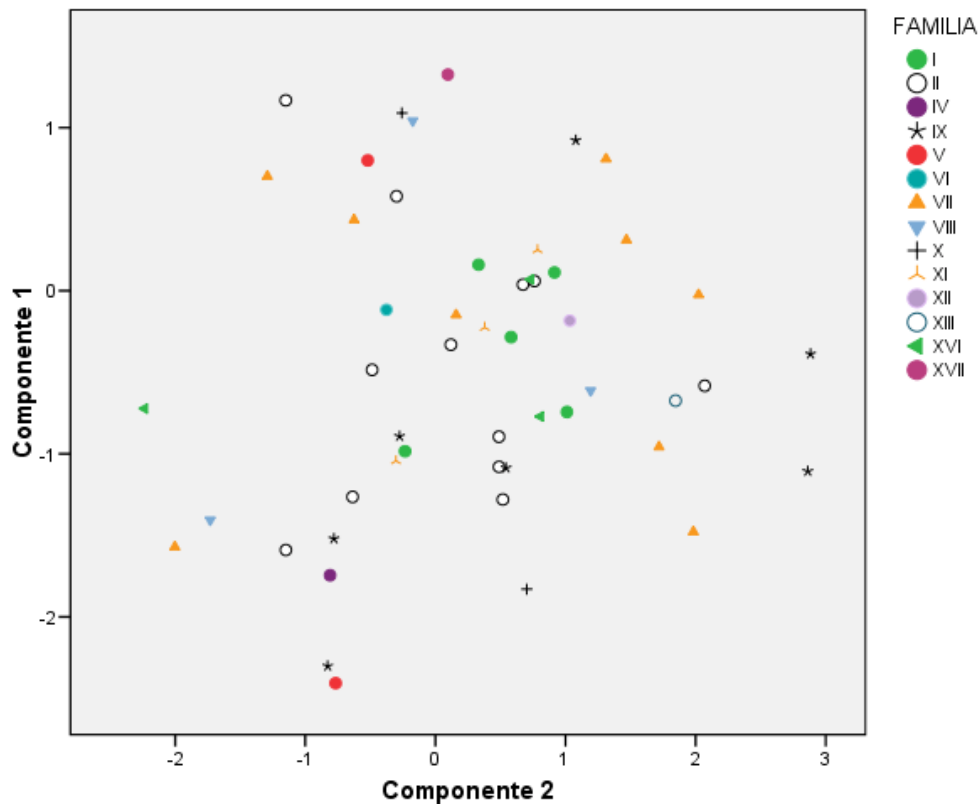


Figure 15: PCA graphic showing a scattered distribution among the different families established according to values obtained in the first and second component.

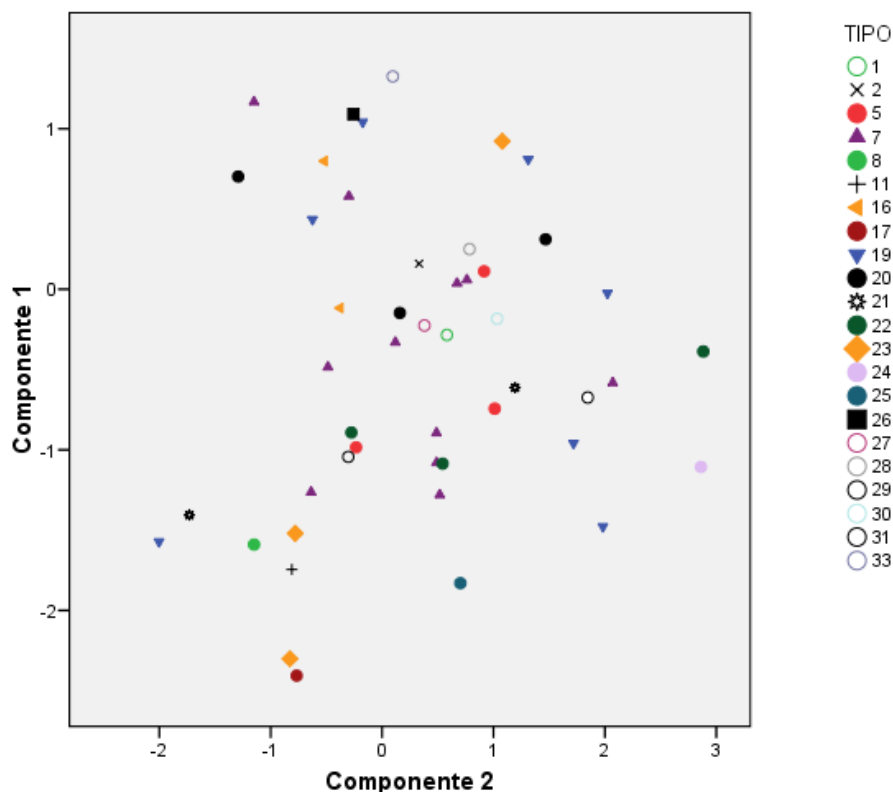


Figure 16: PCA graphic showing a scattered distribution among the different types established according to values obtained in the first and second component.

We can observe clearer tendencies in pots if we consider their chronology and depositional contexts (Figure 17 and 18), aspects that are strongly related. Most of the vessels from the Middle Bronze Age to the Early Iron Age (1500-500 BC) overlap, such that it is impossible to establish a clear distribution according to their chronology or context. These pots, which reside in a wide range of typologies and chronologies and are found in different contexts, have similar pastes. Several fourth century BC samples from *Puig de Sa Morisca* are also included in this group. No

functional criteria determine the features of these pastes. Potters fabricated vessels that were completely different in their shapes and sizes with the same recipe and production strategy. Neither did contexts organise the production of these vessels. This type of paste, related to Fabric 1, appeared in a domestic structure from the Bronze Age, in an Iron Age strategic site at *Puig de Sa Morisca* and in Early Iron Age ritual and Bronze Age funerary contexts at *Son Ferrer*. The similarities we observe in the features of samples originating in different contexts and chronologies can be linked to similar

productive, social and learning strategies, as well as to the ways in which people conceptualised and understood pottery in these periods.

There are also many samples, such as those from the Early Bronze Age, that are related to the same chronology, context and technological features and are clearly plotted together. The Late Iron Age I (500-250 BC) funerary pots from the *Son Ferrer* Barrow are clearly different from those found in the fourth century BC in the *Puig de Sa Morisca* and also from the Late Iron Age II pots (250-50 BC) from *Turó de les Abelles*. We find different materials and productive strategies in each of these sites. We should expect these differences to be related to chronological and contextual phenomena but not to functional parameters. We have not identified any functional adaptation in the technology observed in these pots because potters produced vessels of similar shape and size using completely different technological chains.

This observation confirms for our case what some authors have also maintained in other circumstances (Pfaffenberger 1992): interpreting the features of all artefacts in functional

terms is an inadequate strategy. To engage in such a strategy often implies holding an ethnocentric and practical vision of the object that one expects should be optimised in the production stage in order to cover specific biological necessities.

Although this point of view does not necessarily lead to fruitless inquiries, it is more useful to consider other parameters when we study the significance of a material culture in ancient or current societies. There are many archaeological (Gasull and Lull 1984; Heidke and Miksa 2000; Spataro 2002; Ortega *et al.*, 2005; Spataro 2006; Clop 2007; Kretier *et al.*, 2007; Gliozzo *et al.*, 2008; Odriozola *et al.*, 2009a and b; Jorge *et al.*, 2009; Gherdán and Horváth 2009) and ethnographic records (Druc 1996; Livingstone-Smith 2000; Pool 2000) that resemble our samples from 1500-500 BC, in which potters used pastes and fabrics very closely linked in mineralogical, chemical and even textural terms to cast various types of pottery. The references cited also confirm the opposite phenomena, as in our samples from 500-50 BC, where pots very similar in typological terms have a paste composition that differs greatly from other vessels of the same

type. Once again, there is little correlation in these cases among

typology, paste and functional adaptation.

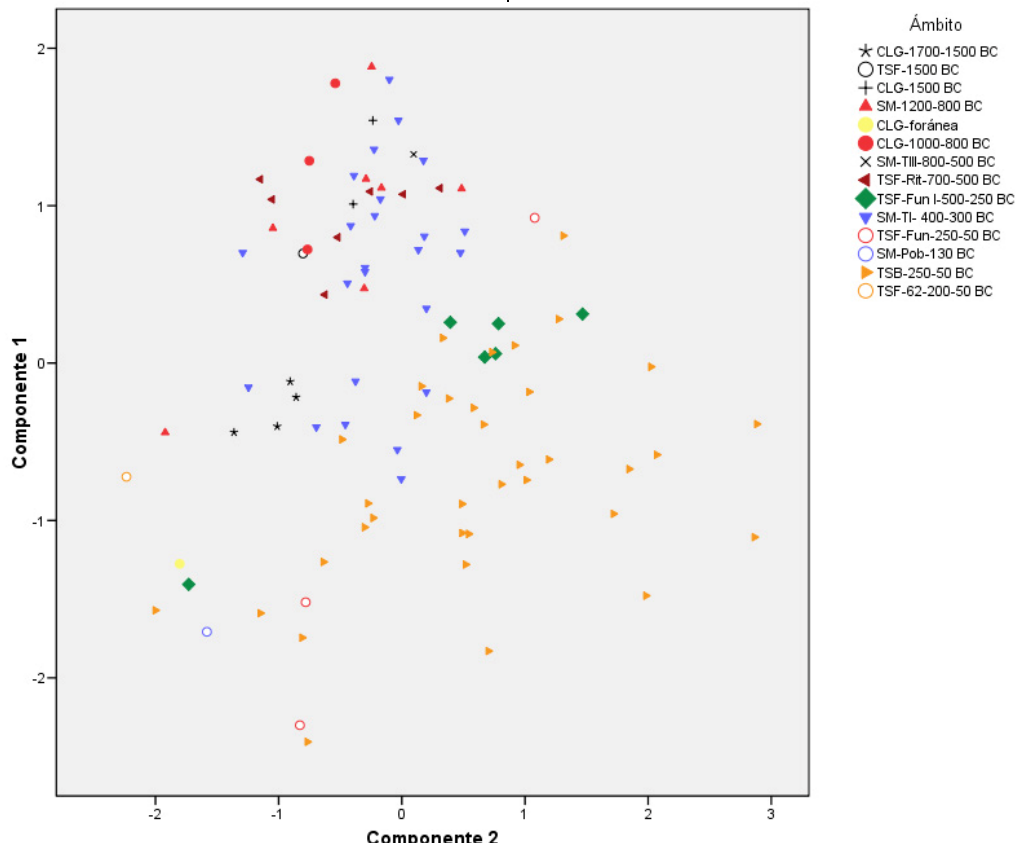


Figure 17: PCA plot showing the sample distribution among the different contexts and chronologies according to values obtained in the first and second component.

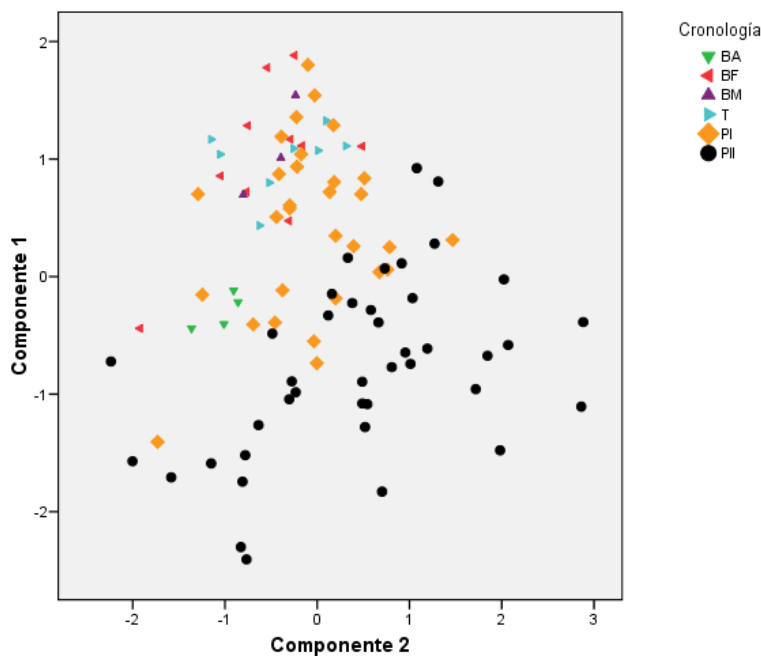


Figure 18: PCA plot showing the sample distribution according to their chronology and the values obtained in the first and second component.

6.2. Ceramic & Society.

Technological traditions can be defined as the utilisation of concrete technical solutions and specific operative chains that existed in specific historical and social contexts. In this way, technological traditions can be representative and characteristic of particular necessities in the society. Continuous repetition of behaviours, technical gestures and sequences in time and place developed the establishment of technological traditions strongly related to *savoir faire*, *habitus* and rationale schemes. The advancement of technology thus requires both technical and social knowledge for developing and ensuring its continued survival. The persistence of technological traditions is strongly related to specific knowledge transmission processes, learning contexts and the skill of the individuals. People learn how to get raw materials and the “correct ways” for producing and using material from their cultural interactions. By identifying recipes, technological traditions and the quality of the final products in their cultural context, we can understand why pottery undergoes change or remains unchanged. Technological recipes

therefore constitute rules that favour cultural identity and control over the fabrication processes, as well as the social organisation involved in the production of pottery vessels (Schiffer & Skibo 1987; Lemmonier 1993; Dobres & Hoffman 1994; Gosselain 2000).

The ceramic characterisation suggests some interesting technological differences among the diverse periods studied, especially between Late Bronze/First Iron Age (1100-550 BC) and the Late Iron Age (500-75 BC). As we stated, the changes may have been in response to new dynamics in the social organisation of pottery production, knowledge transmission systems and learning contexts. These changes are congruent with some historical processes and the changing necessities and rationale schemes of the people who lived in Mallorca. It allows us to suggest different social, ideological and economic functions inherent in the technological choices made by the potters from the settlements and periods studied. These traditions and their degree of variability are the result of different habits acquired by knowledge

transmission in specific day-to-day social contexts. As the data suggest, while the typologies and the preparation of pot pastes underwent great changes

6.2.1. Pottery production in the Early Bronze Age (1770-1600 BC): EBA-*Closos de Can Gaià*.

Although we only analysed a few samples from this period, their features correlate well with the results obtained from other studies of pottery on the Balearic Island of Menorca. The pastes of pots from this era are not well known in Mallorca because, with the exception of W. Waldren's (1982) work, archaeometric research has focused on pastes from later periods. Thus, the data discussed here, although based on a small number of cases, is significant to the establishment of future approaches to the study of pottery from this period.

The EBA pots were grouped together and separated from vessels from other periods in the PCA analysis developed with textural, mineralogical and chemical variables. The EBA pots are characterised by high siliceous pastes, moderate CaO levels and fine textures, aspects that are directly related

during these time periods, modelling techniques were more stable (Albero *et al.*, in press).

to similarities in the raw materials, recipes, techniques and productive strategies the potters used.

The samples analysed by means of a petrographic microscope provide evidence of a slightly calcareous groundmass, suggesting the potters used local clay resources. The chemical analysis (carried out without considering the CaO values) shows the pots clustered in the same reference group ($vt^* = 0.24$). The clays the potters used are related to the same source, which was rich in illite-muscovite and quartz and low in carbonates. The result was the production of siliceous pots ($SiO_2 = 48 \pm 3\%$).

The study García Orellana (1998: 55) and García Orellana *et al.*, (2001) developed, covering 112 Bronze Age pots from such Menorca sites as *Cala Blanca*, *Son Mercer de Baix*, *Cala Morell*, *Trebalúger*, *Sa Torreta*, *Ses Roques Llises* and *Biniac l'Argentina*, provides evidence of clear differences in the ceramic record regarding the presence of siliceous pastes before 1500

BC. As is the case with our samples, quartz is the main non-plastic in the Menorcan pots, although we also detected some feldspars and carbonates. In addition, the petrographic analysis that Gómez Gras and Risch (1999) performed on ceramic samples from *Cova des Carritx* (Menorca) confirmed that potters preferred siliceous pastes in the Early Bronze Age (1750-1600 BC).

The CaO values are in agreement with the previous argument that the pots are calcareous (13.5-25.5%) but with lower levels than those observed in vessels from later periods, which have levels greater than 30%. These CaO levels are, in part, related to the addition of small quantities of spathic crystals of calcite (<10%), as can be observed by means of a microscope or thin section. Such additions would increase the CaO values of the clays. This is the first time that the addition of calcite has been documented in EBA samples from Mallorca, aside from W. Waldren's (1982: 355, 669) suggestion regarding the addition of calcareous tempers from ca. 2000-1750 BC in archaeological sites from *Serra de Tramuntana*. The addition of small amounts of calcite is also reflected in the texture of the pots,

which are always related to textural groups C3 and C2, with low percentages of mineral non-plastics (<8%) up to 800 µm in size. Organic matter temper is absent, and some of the EBA samples we analysed also show evidence of the use of slips rich in iron.

Calcite was not the only temper potters added to the paste. In at least some cases, they combined this temper with grog. These technological solutions are in agreement with the features observed in other Bell-baker or EBA pots from such sites as *Son Gallard* (Waldren 1982: 348-356). Potters' use of calcite crystals in combination with grog as temper is also well documented in pots from *Cova des Carritx* (since 1600 BC), *Trebalúger* and *Cala Morell* (1700-1400 BC). As was the case in these archaeological sites, the use of grog decreased in vessels from *Closos de Can Gaià* during the Middle Bronze Age. Thus, in the Late Bronze Age, calcite is the only temper documented in the pottery recipes (Gómez Gras and Risch 1999; García Orellana *et al.*, 2001; Andreu *et al.*, 2007; Guerrero *et al.*, 2007: 144).

The firing strategies also show substantial differences if they are compared with the technical choices

observed in later periods. We are able to distinguish within the EBA pots two distinctive fabrics (Fabric 6 and 12) related to firing temperature. In the F-12 pots, the firing temperature was kept below 850°C, as proved by the absence of hi-temperature mineral phases and the presence of high intense calcite peaks in the XRPD diffractograms. However, the presence of altered calcite crystals in the pots when viewed in thin sections, as well as the highly compacted and hard product, demonstrates that the firing temperature that was reached was slightly higher than for pots from the Late Bronze and the Iron Age. The higher sintering degree observed in F-12 samples by means of SEM also support this conclusion.

The firing temperature of the F-6 pots was between 850° and 950°C, as corroborated by the low intensity of the calcite peaks and the presence of mineral phases such as hematite, gehlenite and anorthite in the XRPD diffractograms. Also, the microstructure of these samples give evidence of the highest sintering degree. In contrast with F-12 samples, which potters mainly fired in reduced conditions, the colour of F-6 samples provides

evidence of a reduced atmosphere, with an oxidised environment at the end of the firing. This fact suggests that potters used the same type of firing structure, the difference being in the duration of the process or the distribution of the pots within the structure. Both strategies would favour a differential distribution of heat over time and space, allowing some samples to be slightly over-fired.

As with our case, other studies have demonstrated the existence of slightly over-fired sherds with low calcite values in EBA sites from Menorca, for example, in pots from the archaeological site at *Alcaidús* (produced before 1400 BC [Vendrell 2003; Andreu *et al.*, 2007]) or at *Trebaluger*. Nevertheless, there are other sites from this period where there is no evidence of over-fired pots (García Orellana 2001: 59-60). The data from *Cova des Carritx* also suggest higher firing temperatures for those samples, with low amounts of calcite, although we could detect no high-temperature phases (Gómez Gras and Risch 1999).

As the evidence of the variability in the firing atmospheres and temperatures suggests, the EBA potters were not interested in strictly controlling firing conditions. Most

probably, these data can be related to the use of open structures, where the distribution of the pots and weather factors greatly influenced the product. However, the presence of slightly over-fired pots demonstrates that the firings sometimes had a longer duration and/or higher temperatures. Another explanation for these samples is a quick rise of temperature, up to 900°C. Given the small quantity of calcite crystals potters added to the EBA vessels, the use of heterogeneous firing strategies would not pose a problem, as would be the case with pots from later periods. The potters were not forced to develop any specific firing strategy to cast adequate vessels.

6.2.2. Middle Bronze Age (1500-1200 BC): MBA-*Closos de Can Gaià* and *Son Ferrer*.

As was the case at other Balearic sites, such as *Cova des Carritx*, we documented the presence of a few Middle Bronze Age samples with EBA features. However, important changes in this era, associated with the introduction of significant amounts of spathic crystals of calcite as temper and the

In conclusion, the Early Bronze Age pots are characterised in both Mallorca and Menorca by relatively homogeneous and low calcareous products but variable firing strategies. The pots were compact, hard, well-baked and with low porosity. The existence of similar technical solutions in pottery production (pastes, tempers, firing strategies, etc.) on both islands provides evidence that the connective networks between Mallorca and Menorca had been quite active during the EBA. Mobility between those Balearic Islands was, with regard to navigation, relatively easy and would have been extensive ever since the Bell-baker period (Guerrero 2007; Guerrero *et al.*, 2007).

homogenisation of firing strategies, are evident in samples that contain this temper. These technological choices were probably related. A new strategy for the production of ceramics arose that is broadly apparent in the ceramics we analysed. This strategy is represented in our study by the samples in Fabric 1. These data suggest that a sudden technological change occurred in pottery production simultaneously with the appearance and development of a

new form of domestic architecture, the *navetiformes* (boat-shaped structures), on the Balearic landscape.

Many MBA pots from *Closos de Can Gaià* are also grouped in a chemical reference group (CLG-A1) distinct from that which the EBA pots occupy, suggesting that potters exploited a new clay resource. The MBA samples are characterised by increased CaO values (average 36.4%), high intense peaks of calcite in the XRPD diffractograms and high calcareous pastes, characteristics clearly related to the addition of calcite as temper. The presence of large amounts (30%) of angular crystals, well homogenised in size, are also well in evidence and detectable by means of a microscope and a petrographic microscope. The addition of this temper also altered the texture of the pots. In contrast with EBA pots, MBA vessels are coarsely textured and mainly located in Textural Group A. In sum, the addition of calcite temper had important chemical, mineralogical and textural consequences.

This technological change is broadly documented in the Balearic Islands. J. García Orellana (1998: 55, 65) remarked that this change occurred

in both funerary and domestic contexts. Plantalamor and Rita (1984) also documented technological and typological changes in the pots, starting ca. 1450 BC, at the archaeological site at *Son Mercer de Baix* (Menorca). Vessels with flat bases, new shapes and coarse-textured pastes appear to have replaced fine-textured pots with globular shapes. Thus, potters' use of calcite temper and highly calcareous pastes increased during the MBA, as is evident from samples found at many archaeological sites in the Balearic Islands, including *Cova des Carritx*, *Cala Blanca*, *Biniac l'Argentina*, *Son Ferrandell*, *Son Muleta* and *Son Matge* (Waldren 1982, 1991; García Orellana 1998; Gómez Gras and Risch 1999; García Orellana *et al.*, 2001; Andreu *et al.*, 2007). Therefore, the calcite temper phenomena seems to have simultaneously developed on both islands, where it strongly established itself and was assimilated throughout the territory for an extended period of time.

The firing temperature we observed in pots from the MBA remained below that observed in EBA pots. This decrease is consistent throughout the ceramic record. The

absence of high-temperature mineral phases and intense peaks of calcite in the XRPD diffractograms and of well-preserved calcite crystals in the petrographic observations provide evidence that potters kept firing temperatures below 800°C. However, although the firing atmosphere was variable, with both oxidised and reduced strategies in evidence, potters had a clear preference for reduced atmospheres.

In conclusion, at the same time that potters introduced new raw materials and tempers into the production of pottery, they employed new firing strategies to bake extremely calcareous pastes. The consistency in the ceramic record is evident in the regular use of low firing temperatures that clearly differ from the 850° to 950°C observed in the EBA Fabric 6. As some authors have suggested (Pool 2000; Sillar 2000), changes in firing strategies among various periods could be related to social and economic phenomena.

In our case, it is possible to identify two technological traditions that coexisted for a short time. One technological tradition originated in the EBA and was rooted in the Bell-baker

period, during which time potters infrequently used calcite temper and employed various firing strategies. The other tradition began to spread after the Naviform period (1500 BC), when potters depended on calcite temper and began to standardise firing temperatures. These developments influenced all aspects of the final product. These pots are coarse-textured and rich in micro-pores. The potters strictly controlled firing temperature to avoid decomposing the calcite and spoiling the vessel.

The technological changes we observed in the MBA paste recipes are also in agreement with significant innovations in the modelling strategies, shapes and typologies the potters employed (Waldren 1982: 348-356; Díaz-Andreu 1996; García Orellana 1998: 65; Lull *et al.*, 1999: 51; Arnau *et al.*, 2003; Guerrero *et al.*, 2007; Albero 2007, 2008). The most significant change consisted in potters abandoning rounded bases (which are strongly related to the use of moulds to model pots) and employing instead flat bases and new shapes and types (such as barrels) modelled by the coiling method. We therefore can relate changes in paste recipes to changes in

modelling strategies. Potters' use of new tempers and textures promoted their use of new modelling techniques and thus increased the potential for producing new types of pots. Potters' employment of significant quantities of this temper could have triggered a restructuring of the production process,

as well as spurred new interactions among essential activities in that process. Thus, these changes in pottery fabrication strategies could affect everything, from social systems to the infrastructure, spaces, resources and instruments of the production process.

6.2.3. The pottery production during the Late Bronze Age (1200-850 BC): LBA-*Closos de Can Gaià*, *Puig de Sa Morisca* and *Son Ferrer*.

As noted above, Bronze Age paste recipes had become quite consistent since the MBA with regard to the types of raw materials, tempers and firing strategies potters used in the production of pots. However, as expected, the chemical reference groups differ among the various settlements. The artefacts found in the context of the domestic structure studied at *Closos de Can Gaià* mainly belong to the reference group CLG-B2, with a minority residing in CLG-A1. The data provide evidence of the extended use of resources that are similar in their origin and qualities. It is also remarkable that, in this phase, the reference group CLG-

B1, which was well represented in the EBA and rare in the MBA, has disappeared. We observe that most of the pots located at the archaeological site of *Puig de Sa Morisca* belong to reference group SM-A1. This group, as we stated in previous chapters, is associated with the use of nearby Tertiary clays. In this case, then, we can confirm that potters used this clay resource during the LBA.

Almost all the ceramics we analysed from this period are associated with Fabric 1. The production of this fabric began in the MBA and was later consolidated. As explained above, this fabric is characterised by the addition of standardised amounts of spathic crystals of calcite and the use of calcareous clays. We can appreciate the standardisation of the recipes if we consider the CaO values' low

coefficient of variation (0.15, $n = 20$), as well as the low coefficient of variation we observe in the calcite concentrations as determined by the RIR method by means of XRPD (0.15, $n = 15$). As in the MBA, the pastes are highly calcareous (percentage of CaO = 32-49%), with important additions of calcite crystals (25-50%). Consequently, they are coarsely textured (textural groups A and D). We draw the same conclusions from other Balearic settlements if we consider the data other researchers provide. In Menorca, pots from sites associated with diverse contexts that are dated between 1400 and 1000 BC (García Orellana *et al.*, 2001: 46-47) also exhibit normalised high CaO values ($38.4\% \pm 7.1$) and a low coefficient of variation (0.18).

In the pots we studied, the potters thoroughly mixed the temper with the clays and prepared the pastes with care. Consequently, they succeeded in accurately distributing the angular calcite crystals in a seriated fashion within the groundmass. The features of the pastes indicate that the potters increased their efforts and dedicated more time and resources to their task with the intention of

homogenising the technical process. Such efforts produced ceramic vessels with exceptionally consistent characteristics and qualities.

The firing strategies are completely consistent with the features we earlier discussed with regard to the previous era. In all cases, as the XRPD analysis, the SEM analysis and the petrographic observations demonstrate, potters kept temperatures under 850° or 800°C, below the decomposition point of calcite. As the predominance of highly reduced cores suggest, the potters also preferred, up to a point, to use reduced atmospheres and long-duration firings that created compacted walls with low levels of porosity. Others have observed the effects of these firing strategies in Menorcan pots, noting that the distribution of those vessels within firing structures and the duration of the firing process account for their different colours (García Orellana *et al.*, 2001:71).

In conclusion, all the data suggest that, in many settlements and territories of the Balearic Islands, potters in the LBA used the same strongly normalised recipes and techniques to advance the processes related to the production of pottery.

Potters' use of the same recipe and production strategies over long periods of time and over a broad territory suggests (as we will further discuss in later sections) the presence of efficient communication networks among the potters and the diverse communities of the island and the archipelago. The behaviours reflected in the qualities of the pots produced also suggest well-established learning strategies that permitted the transmission of knowledge to everyone and, consequently, the establishment of specific social structures.

Among these generally homogeneous pots, we must emphasise the presence of some singular samples, such as CLG-2755. The potter constructed this vessel from raw materials incompatible with local geology. This characteristic points to the foreign origin of those materials and the presence of external connections, perhaps established with the Catalanian

area. From what we know about navigation routes at the time, this type of fabric could have been exported from that area through the Gulf of Leon to the estuary of the Ebro River and, from there, to the Balearic Islands (Guerrero 2007).

Many researchers (e.g., Waldren 2003; Guerrero *et al.*, 2007c) have documented, through the study of pastes and decorative patterns, the presence of foreign ceramic materials in various periods of Balearic prehistory. It is interesting to note the presence of decorated "boquique" sherds, dated between ca. 1750-1300 BC, in the archaeological site of *Son Ferrandell Oleza*. Scholars can establish the foreign origin of these sherds through macroscopic observations of golden micas, probably biotite or muscovite. These pastes, as well as those in our study, seemed to have moved within networks throughout widespread territories.

6.2.4. Pottery production during the Early Iron Age (850-500 BC): EIA-*Son Ferrer* and *Puig de Sa Morisca*.

Most of the EIA samples from *Son Ferrer* reside in chemical reference group SM-A1, which was present since the LBA in *Puig de Sa Morisca*. As previously noted, this reference group is associated with a source of high-quality clay located near the latter settlement. The uniform chemistry of the

pots found on both sites suggests that the people who lived in the Santa Ponsa area exploited particular sources of raw materials. During the EIA, the potters of this territory developed a single technological tradition related to the exclusive production of Fabric 1. However, the chemical relationship among the pots from *Puig de Sa Morisca* and the vessels from *Son Ferrer* confirms important connections between those sites in the EIA. It is probably the case that the pots deposited in the ritual context of *Son Ferrer* were produced in the domestic site of *Puig de Sa Morisca*. Moreover, apart from the pottery links, scholars have documented connections between both

archaeological sites in spatial and visual terms (Calvo *et al.*, 2005, 2006 and 2009).

We must consider how the ritual activities developed in the *Son Ferrer* barrow might have had ideological and social significance for the people who lived in *Puig de Sa Morisca*, as well as in the general territory this main site controlled. The long occupation of *Son Ferrer* suggests that this site might preserve the character of different eras, ranging from its first occupation in the Middle Bronze Age to its abandonment in the Late Iron Age II. It is of interest that this site was occupied roughly during the period when prehistoric potters used the Tertiary clays of the area (1200-50 BC).

Apart from chemical similarities, samples from both sites exhibit a high correspondence in the amount of calcite we documented by means of XRPD (coefficient of variation = 0.11, $n = 9$) and of CaO values (coefficient of variation = 0.12, $n = 9$). Like in previous periods, pottery from EIA is extremely homogeneous and is characterised by the use of calcareous fine-grained clays and the addition of high amounts of crystalline calcite (20-40%), which provides a very coarse

texture to the pottery and highly calcareous pastes (CaO average = 37%). Therefore, we can apply the generalisations of pots from the MBA and LBA periods, including the low variability of recipes and raw materials, the homogeneity of the ceramic record and the skill of the potters, to the EIA pots as well. The homogeneity of the raw materials and tempers also reflects firing strategies, for these artefacts we found that the firing temperature was kept below 750 °C. Only thermally altered crystalline calcite samples would have been seen with a firing temperature of 800°C.

This data correlates well with what is well-known about the ceramic technology observed in several archaeological sites of the Balearic Islands dating from Middle Bronze Age (1400 BC), when these types of technological solutions were generalised amongst all potters. All of the archaeometric studies regarding the Balearic pottery during LBA/LIA-EIA period have noted the low variability of the ceramic record, suggesting the presence of relatively specialised potters and the use of a single technological tradition in both periods (Waldren 1982, 1991; Gómez Gras & Risch 1999;

Orellana *et al.*, 2001; Risch & Gómez Gras 2003; Andreu *et al.*, 2007; Albero 2007, 2008; Lull *et al.*, 2008).

The homogeneous character of the pots suggests well-transmitted traditions and well-defined learning contexts, probably related to the communal/public production spaces where information could be easily shared between all individuals. When using the extremely calcareous pastes that were produced during LBA/EIA the control of firing temperature and atmosphere becomes crucial to achieve an adequate final product. This last stage of the operative chain requires a high level of skill from the potters that, as we observed in the found furnaces (Gómez Gras & Risch 1999; Palomar 2005: 434; Andreu *et al.*, 2007; Lull *et al.*, 2008), could serve to motivate the partial centralization of production in these societies. It is also possible that, after firing, the pots were redistributed among all the participating potters. In such collective scale centralised firings, the utilization (by all the artisans) of the same paste becomes relevant for pottery survival of the entire community. Here, pottery becomes a reflection of the diverse social communication strategies within the community, as well as the

labour organisation in communal semi-specialised areas. In this kind of productive organisation, the vessels could acquire their highest social value between the members of the group and thus represent a significant tool for establishing identity (Albero 2008).

As we have repeatedly noted, potters strictly controlled firing temperatures for highly calcareous pots related to Fabric 1 from the MBA to the EIA. The deep knowledge that the potters acquired regarding the physicochemical reactions of calcareous materials and their thermal alterations permitted them to cast pots successfully. In this regard, and with relation to links among different technologies, it is important to note that it is precisely in the EIA that lime was introduced into funerary rituals (Waldren 1982; Coll 1989). This fact implies that the island's communities knew how to produce this material and were aware of its physicochemical characteristics. An interesting suggestion is that the knowledge and the material structures necessary to develop lime could have been transferred from the production of pottery. Potters had been experimenting with this material for many centuries. Given this new context in the use of

lime, it could be that this material had symbolic significance for the EIA communities, a meaning that may have also applied in the production of ceramics. The use of calcite and lime in the island's pre-historical system of meaning may have served as a mechanism to reinforce identity and social cohesion (Coll 1989).

Finally, we discuss some discontinuities in the record of pottery production regarding LBA. Although the pastes remained the same among the MBA and EIA pots, potters developed typologies that exhibit deep changes in the Early Iron Age. Moreover, several changes occurred during the transition from the LBA to the EIA that affected architecture, the distribution of space, the use of new domestic spaces, funerary rituals and trade networks.

With regard to pottery, typological changes are evident but absent in the materials and techniques. As some authors have argued (Díaz-Andreu 1996; Guerrero *et al.*, 2007; Lull *et al.*, 2008: 165), although a few LBA types persisted, the typological changes observed in the EIA were deep and implicated the entire repertoire of ceramics produced. This fact suggests that different phenomena, with different

consequences and durations, determined the many dimensions of pottery. The materials, the techniques and the typologies used in the production of vessels changed in different ways and

6.2.5. Pottery production during the Late Iron Age I (500-250 BC): LIA1-*Son Ferrer* and *Puig de Sa Morisca*.

For LIA1 artefacts, our evidence supports a finding of important changes in Majorca regarding the preparation of pastes and the fabrication of pots. The changes coincide with the arrival of Punic materials to the island, especially after fourth century BC (Guerrero *et al.*, 2002). At the same time, we observe widespread introduction of variable amounts of organic matter to the pastes, usually in conjunction with spathic crystals of calcite. Phenomena such as the addition of organic matter as temper have been well documented, not only in the analysed record but also in various archaeological sites from the island (Waldren 1982, 1991; Palomar 2005; Albero 2007). The introduction of organic matter results in important changes in the final qualities of the vessels (Skibo *et al.*, 1989). Since the texture remains coarse, the degree of

were determined by diverse causes. These parameters act in different ways within cultural traditions, identities, ideologies and aesthetic preferences.

open porosity is increased considerably in these pots.

The variability of paste composition also increased in these pottery samples, and new tempers such as calcarenites, breccias and grog are found to be occasionally introduced. The progressive substitution of calcite and the utilization of other organic and inorganic materials for tempering pots were previously found for this time period (Albero 2007).

On the one hand, we identified a large number of chemical reference groups, as well as loner samples related to unique choices. Although there is an increase in chemical variability, SM-A1 is still the main reference group documented in *Puig de Sa Morisca*, and it is also observed in some sherds from *Son Ferrer*. A new reference group (SM-B1) appears in the first archaeological site, whereas we found two new productions exclusive to *Son Ferrer* (TSF-B and TSF-D). As we later argue, the larger number of chemical

reference groups in the latter site could be related to its funerary function. We would expect that people from many sites in the territory of Santa Ponsa, not just from *Puig de Sa Morisca*, would be buried in the central funerary site of *Son Ferrer*. As in other cases (Arnold 2000), the spatial distribution of settlement over the terrain could explain the chemical variability we observed in the pots found in the funerary site. People from each location would provide their own (chemically different) pots in which to bury their dead.

On the other, we also found that potters used diverse tempers and strategies for preparing the pastes. These actions increased the number of fabrics we documented in LIA1. Although in previous periods only one or two fabrics were documented, here we see the simultaneous use of seven different fabrics (F-1, F-2, F-3, F-7, F-8, F-14 and F-15). We did discover general tendencies in the strategies developed for paste preparation. These strategies were more or less stable, especially in domestic contexts at *Puig de Sa Morisca*. These strategies are related to the primary use of Fabric 1 or Fabric 3, which are characterised by the potter's use of spathic crystals of calcite

as temper. The continuity of this temper, which in most cases was combined with organic matter temper, suggests a progressive, gradual, change in the LIA1 regarding the ancestral technological traditions and social systems that organised the LBA and EIA societies. At least in some contexts, many systems of meaning that were current in previous periods seemed to have been partially maintained during the LIA1.

All these facts suggest a progressive degradation of the system of knowledge transmission where the production begins to be more individualist and the learning contexts are revealed to be more privative. The knowledge that was previously shared by all the artisans now seems to be restricted to low-scale producers with few specialized skills. In our opinion, these features are also evident in the firing strategies and raw materials selected during LIA1. Likewise, these samples are usually found to have unburned organic matter, giving evidence of very low firing temperatures (<650°C) and short firing duration on the firing stage. We hypothesize a change in the firing strategy to more oxidised atmospheres

developed in open firings. In ethnographic communities these types of firing strategies are normally related to low-scale production (Livingstone-Smith 2007). The characteristics of the ceramics from the LBA/EIA period suggest that progressive changes were occurring in the social organization systems. Pastes with increased levels of organic matter were likely utilized to assure a minimum firing of pots in conditions where low-skilled potters could not control the high number of variables involved in this delicate process.

Likewise, the petrologic and chemical analysis of the LIA1 SM-site samples reveals the utilization of the same kind of clay deposits as those used in the site during LBA/EIA (reference group SM-A1). In the microfossil analysis of these LIA1 samples we reported also the presence of benthic (such as Discorbidae and red algae) and planktonic foraminifera (Globigerinidae) that affirms the continuity of the Tertiary clays as the main raw material.

Potters' continual use of this raw material for nearly 700 years suggests a collective extraction of the clay no matter the period studied. The

continuous exploitation of this resource could be related to its technical properties, such as its plasticity and availability for the production of ceramics. This proposition is especially suggestive if we consider the potters' technological choices. Potters preferred to develop coarse-textured vessels when using this fine-textured clay. Ideological concerns and habits could also influence the use of this resource. Its use could favour the establishment of concrete social practices that assigned this raw material a high symbolic value, ascribing to it an association with space and the ancestors. Finally, we note that potters developed many fabrics with this basic raw material that were related to the same reference group (SM-1) but used different tempering strategies. This fact implies that we cannot explain specific technological practices exclusively by evoking technical constraints imposed by the physical properties of raw materials because the same clay is sometimes used in different "recipes". Thus, the potter's technological choices go further than those dictated by raw materials, and we should explain them through other dynamics.

6.2.6. Pottery production during the Late Iron Age II (250-50 BC): LIA2-*Son Ferrer*, *Turó de les Abelles* and *Puig de Sa Morisca*.

The high variability observed in the pottery production during LIA1 increases in LIA2. This later period is characterized by the discontinued use of extremely calcareous pastes in the TSB site and the introduction of pastes rich in Fe_2O_3 , Zr and TiO_2 . We have also detected the introduction of another new fabric composed mainly of quartz. With regard to the tempers, we document the preservation of organic matter that now comprises the main non-plastic material of the pastes. The use of spathic crystals of calcite decreases (<15%) and becomes symbolic, so that now fine textures are common in a large number of the vessels. Firing temperatures and strategies remain very similar to those observed in the previous period.

Here, we witness the introduction of ferruginous pastes related to the chemical reference groups TSB-A and TSB-B at the TSB site. This is the first time this type of paste has been documented either in this area or in Mallorca's prehistory in general. In contrast, we found four different

chemical groups, which are mainly calcareous rather than ferruginous, in *Son Ferrer* (SM-A1, TSF-A, TSF-B and TSF-D). The latter three reference groups are exclusive to this funerary site and may be explicable by alluding to the spatial phenomena we discussed in the previous section. The presence of a few samples related to SM-A1 also suggests that potters continued to use the Tertiary clays of the area until the first century BC. However, the importance of this raw material progressively decreased during this period, giving way to other exploitation strategies. Finally, the presence of abundant chemical loners (50%) is another sign of the increased chemical variability we observed in this period. These loners are related to chemical singularities and idiosyncratic activities within pottery production. All these data provide a contrast to the evidence of collective strategies we observed during previous periods and suggest organisational changes within pottery production.

Although chemical compositions differ between these two sites, the CaO values are low (<12%) in most of the pots discovered in *Son Ferrer* and the TSB site. However, we observed

scattered values for this element (coefficient of variation = 0.58, $n = 58$) because of the highly diverse strategies potters developed for the preparation of their pastes. Potters tempered a few samples with calcite, whereas most samples were not tempered with minerals.

The high variability we observed in chemical terms is also documented in the different fabrics the potters created. This observation suggests that, apart from the diversity of the raw materials they exploited, the technological choices potters made in the preparation of the pastes also varied significantly. Potters simultaneously used as many as eight different fabrics during the LIA2 (Fabrics 2, 3, 4, 5, 7, 8 and 16), most of which are only documented in this period. As we previously argued, differing traditions as well as the raw materials used to exercise and perpetuate them, determined the distribution of these fabrics. However, the most common fabrics were Fabric 2 and Fabric 3, whereas potters abandoned the use of Fabric 1 during this phase.

On the one hand, we observe in most TSB and SF samples the radical abandonment of the technological

choices that characterised the production developed during the LBA/EIA (and partially in the LIA1 samples from SM-site). On the other hand, we note that these technical changes are correlated with the appearance in LIA2 of typological innovations such as the production of hand-made ceramics that are inspired by Punic materials. In our opinion, these artefacts represent the development of new ideas and necessities that are materialised in new technological choices. The Punic contact with indigenous communities was made under unequal conditions and favoured the rise of a hierarchical social organization, as opposed to the collective strategies observed in previous periods. This disruption of technology could be considered as the definitive establishment of new forms of pottery production. Collective productions centralised in shared firings seems to have been completely dismantled into small-scale firings and individualised production that developed in privative contexts. The increased variability, worsen quality and new pottery production contexts suggest that pots had low social value. The social value of local wares may

have been replaced by new Punic wheel-made vessels.

In LIA2, the number of types also increased, providing high variability within the ceramic record that correlates with the variability observed in the pastes. Large, hand-made storage pots disappeared from the fourth and third centuries BC and were replaced by domestic urns, which were easily manufactured, as well as by Punic or Roman amphorae. Changes in LIA2, therefore, extend beyond the pastes and affected, in qualitative and quantitative terms, the typology of pots. As was the case in other archaeological sites, such as *Son Fornés* (Palomar 2005), the number of types of pots produced increased at this time, many of which are found only in the Santa Ponsa area. As we documented in the distribution of fabrics, most of these new types come from *Turó de Ses Abelles*.

As other researchers have suggested (Aramburu 1998: 13; Guerrero 1999: 85; Lull *et al.*, 2001), the changes that took place in LIA1, which were especially noticeable in LIA2, structurally affected the social organisation of the prehistoric societies of the Balearic Islands. This fact is also

reflected in the social organisation of, and strategies for, pottery production, as is visible in the pots' fabrication, use, maintenance and depositional processes.

Regarding production, we observe the highest variability in the number of reference groups that potters developed and in the raw materials, tempers and techniques they used to produce pots. Potters from LIA 1 and 2 expanded the number of clays (calcareous, siliceous and ferruginous) and tempers (organic tempers, calcite, quartz-sands, calcarenites, breccias, limestone, grog, etc.) they used to produce ceramics. Thus, we witness in this period the widespread exploitation of the biotic and non-biotic resources available in the territory.

The pots we examined also exhibit important differences when we compare them with those produced in the LBA and EIA. In the LIA, the potters prepared the pastes poorly, failing to mix and homogenise them properly. Furthermore, no regular patterns or recipes ruled the preparation of the pastes. Firing strategies consisted of short firings at low temperatures in open structures, producing pots that differed widely among batches. The wide variety of materials potters used to

produce pottery, as well as the potters' lax control over production processes and their inability to regularise that process, created the lack of homogeneity among pots we observed in previous periods. Therefore, we can document a large number of fabrics, most of which are of low quality and have high porosity levels. These pots are more fragile and, therefore, have a short life expectancy.

We have available to us a number of hypotheses and mechanisms, some of which are briefly discussed above, that we can use to explain these changes in pottery production. These changes caused increased variability in many characteristics of the pots, as well as possible adjustments in their meaning. Such adjustments would affect the conceptualisation of the vessels and the production processes.

a) Social value of the pottery.

In this context, the hand-made ceramics local potters produced were socially devalued in relation to foreign, wheel-made Punic pots that were broadly distributed in the area. Local pots appear to have been restricted in their use to domestic contexts, thereby

minimising their symbolic and social value and, consequently, their quality. Competition was absent among potters producing wares for domestic contexts. This commercial amity explains why local communities did not adopt the wheel method until the Roman period.

As H. Neff (2009) suggests, transporting the pots increased their cost; therefore, the workings of social hierarchies could account for the presence of foreign amphorae. As we proved in previous sections, local potters could produce big storage vessels in the *Santa Ponsa* area with the resources and hand-made techniques available to them. However, wheel-made pots in ancient societies could have ideological and social meaning, as well as technological characteristics, opposite to those that characterise local products (Roux 2003). Elements in local communities might desire and prefer exotic products as a means of pursuing social promotion. Proof that people attached social value to such vessels is evidenced by the fact that owners of foreign amphorae at such archaeological sites as *Turó de les Abelles* reused them and had them repaired with lead staples with the aim of prolonging their life expectancy (Camps & Vallespir 1998).

In contrast, these maintenance procedures were not applied to local vessels.

In conclusion, imported wheel-made amphorae could socially devalue locally produced vessels. This devaluation could explain why the technical quality of local hand-made pots and the homogeneity of the productive processes greatly deteriorated. As the contextual information suggests, Punic wares entered the ceramic universe of the island's prehistoric communities during the LIA, thereby causing a variety of changes in ancient productive strategies and spurring new interactions within the pre-existing material culture. Events like this could favour the restructuring of local production systems as a means of adjusting pre-existing, traditional systems and human behaviour to a new social situation (Pfaffenberger 1992).

b) Learning contexts and knowledge transmission systems.

Alteration of learning contexts and knowledge transmission systems generates new recipes and operative sequences. Thus, this process contributes to increases in the

variability of ceramics (Schiffer & Skibo 1987). We must, therefore, consider phenomena related to the ways in which people transmitted information and knowledge because such phenomena may explain the increasing variability we observe in LIA pots.

Less interaction and fewer communicative fluxes among the different potters develop if learning processes take place in isolated and individuated ways. The features of the pots produced in such contexts would suggest that the potters learned how to make pots and developed their production process in domestic-private contexts. The homogenised pots from the LBA and EIA suggest the opposite phenomena. Technological information was widely transmitted among all the producers, who probably developed their skills in more public or collective areas. Thereafter, changes between the LBA-EIA and the LIA, in a context wherein a productive activity had already developed, also would have involved changes in learning strategies and informative fluxes. In the LIA, the knowledge that all the potters shared diminished because of the absence of learning strategies. That situation produced more individual solutions and

an increasing variability. This hypothesis is closely connected with the observations of Salvà and Hernández (2009), who argue that potters developed productive activities in more private-domestic and less visible contexts during the LIA. In this era, domestic space shrank and the tasks performed in those spaces were necessarily undertaken on a smaller scale. In contrast, productive activities used public and collective spaces during the LBA and EIA; consequently, people pursued such activities on a larger scale. This change correlates with a restructuring of domestic areas in many settlements from the beginning of the LIA (Lull *et al.*, 2008; Krause 1978; Castro *et al.*, 2003; Palomar 2005; Amengual 2006).

As B. Palomar argues (2005), each domestic unit was expected to be self-sufficient in the LIA, and many of the tasks, such as ceramic production, that previously took place in collective supra-domestic spaces now developed inside domestic structures. That strategy minimised the collective production systems that socially structured LBA and EIA societies.

D. Arnold (1985: 221) has argued that a reduction in the quality of vessels can facilitate the transmission of the knowledge potters require to produce those vessels because individuals spend less time and effort learning how to produce them. This strategy could make possible an increased number of producers who develop a self-sufficient mode of production, thereby permitting a decentralisation of the production system. In this explanation, signs of high variability would provide evidence that no political or social agents control the production processes that individuals develop in domestic contexts.

Such a situation is evident here if we observe, for example, the number of different fabrics (F-1, F-3, F-4, F-7, F-8 and F-15) that can be associated with the same chemical reference group (SM-A1). However, F-3 is the main fabric (45.8%), followed by F-1 (25%), whereas the other four represent 30% of the products produced in this era. This situation suggests the existence of social fragmentation in many productive units that had begun to use new technological options but used clay of the same origin. In the LIA, the clay sources they used to

produce pottery appear to be one of the few social nexuses that the different potters maintained. Finally, it is interesting that ethnographers report that many potter communities using similar clays also apply different tempers and paste preparation strategies, a situation strongly related to the impact of diverse social phenomena (Gosselain 2008).

c) Lack of social organisation.

During the LIA, an enhanced social hierarchy, as well as changes in the social value of material culture and learning contexts, must relate to a lack of social organisation. Undoubtedly, previous organisational schemes involved in the production of ceramics progressively disappeared during this period. This development is especially evident from the third century BC, when potters considerably decreased their employment of ancestral technical solutions and high variability levels emerge in the ceramic record. As we previously argued, the gradual disappearance of the collective organisational systems that characterised pottery production since the LBA seems to have accompanied

this process. These systems provided a homogeneous materiality that reinforced the social and the identity bounds within the communities.

External contacts with Punic agents may have exacerbated this lack of social organisation because they offered many possibilities to select individuals, thus favouring the transformation of the local social organisation into a hierarchy. Such contact with Punic individuals conveyed new fluxes of information and material exchange that were organised in unequal and asymmetrical conditions (Guerrero 1995; 1999: 111; Guerrero *et al.*, 2002).

We also must consider the Balearic individuals who took part in the Punic wars and returned to the island, probably in the company of other, foreign, people. The presence of these new actors could favour social changes that implicated the ways in which local pottery was fabricated, perceived, used and deposited. These people contributed to the introduction of new necessities, products, costumes, eating habits, values, etc. We might conclude that more information flowed in the LIA society; thus, fewer people agreed on the meanings of objects and

the nature of agency. This factor, joined with more isolated production units, provided more variety in the technological choices available to potters.

The abandonment of ancestral technological traditions involving ceramics, such as those represented by Fabric 1, can be attributed to the loss of meaning and of the common nexus that the potters shared with other producers and consumers. Therefore, the continuity or the abandonment of technological traditions provides evidence that changes occurred in the community's systems of meaning (Mainman 1982). One example of this process could be the gradual deterioration of coarse-textured pots tempered with calcite, which were replaced by fine-textured vessels without this temper during the LIA.

One plausible hypothesis to explain this deep change in pottery production is that the presence of imported amphorae caused the progressive disappearance of relatively specialised, highly skilled potters. It is probable that these experienced potters controlled the firing process and produced the largest pots, engaging in the collective productions observed

during the LBA and EIA (Lull *et al.*, 2008). As previously suggested, this production strategy would favour a homogeneous production that was technically and socially beneficial to the entire community.

The disappearance of these potters generated a large drop in output as well as in social strategies, in the form of a deep change in learning contexts and the connective networks by which productive units communicated with each other. This situation resulted in the dominance of low-level skills and highly variable pottery productions that had little connection with one another.

In contrast, a new type of potter, perhaps possessing a relatively specialised skill, would also emerge in the LIA. We refer to potters who focused on the translation of new ideas that appeared in the pottery universe as a consequence of contacts with Punic individuals. These artisans were more dedicated to producing pots inspired by wheel-made models, although they used local materials and techniques, such as hand-made modelling systems. The production of this type of pot required that local potters adopt new production schemes, especially with regard to

activities related to the modelling process, typologies and decorative patterns. In this way, at least some technological changes in ceramic production appear to be directly related to external contacts, as well as to local strategies of social emulation. The most important changes in these local pots were concentrated on the visual impact these vessels produced. It is to be expected that other individuals would easily perceive this visual display. Therefore, at least some potters intentionally collaborated in the

channelling and reinterpretation of certain external ideas, habits, values and costumes, thus favouring the development of the social dynamics we previously outlined. Pots inspired by Punic models have been found in many archaeological sites in the Balearic Islands (Waldren 1982; Pons Homar 1991: 53; Guerrero 1983: 300). This observation suggests that the dynamics exposed here might be generalised to all LIA pottery production developed in local contexts.

**ANEXO V:
ÍNDICE DE FIGURAS**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de las zonas de la isla y los yacimientos estudiados.....	58
Figura 2. Ubicación de los yacimientos analizados en el área de <i>Santa Ponça</i>	61
Figura 3. Mapa mostrando la estructura geomorfológica de Mallorca.....	67
Figura 4. Mapa Geológico de la península del sur de <i>Calvià</i> (ITGE 1991).....	70
Figura 5. Ocupación del área de <i>Santa Ponça</i> por épocas.....	78
Figura 6. Fotografía del turriforme de <i>Son Ferrer</i> y el acceso al hipogeo.....	80
Figura 7. Fotografía de la cueva de enterramiento de <i>Son Ferrer</i>	82
Figura 8. Datación C14 correspondiente a la UE-17 del turriforme de <i>Son Ferrer</i>	83
Figura 9. A) Rampa de acceso a la parte superior del turriforme escalonado de <i>Son Ferrer</i> , B) vista general del turriforme.....	86
Figura 10. a) Planimetría de la cueva. b) Plano de la rampa de acceso (UE 62), pozo (UE 101) y cueva (UE 9). En puntos: Dispersión de los fragmentos de la pieza TSF-467, los que están unidos con una línea son los que han pegado entre sí. C) Dibujo de la pieza TSF-467 cuya dispersión de los fragmentos aparece representada en el plano anterior.....	87
Figura 11. Datación C14 correspondiente a la UE-9 del turriforme de <i>Son Ferrer</i>	87
Figura 12. Planta del turriforme de <i>Son Ferrer</i> y algunos de los ámbitos estudiados....	89
Figura 13. Planta del yacimiento del <i>Turó de les Abelles</i> mostrando los diferentes sectores citados en el texto (Planta: Camps y Vallespir 1998: Fig. 8).....	100
Figura 14. A) Reconstrucción de una de las habitaciones del <i>Turó de les Abelles</i> (Museo de Mallorca). B) Foto de la excavación mostrando un conjunto de ánforas (Camps y Vallespir 1998).....	100
Figura 15. Plano mostrando los diferentes ámbitos que componen el asentamiento del <i>Puig de Sa Morisca</i> . A) <i>Castellum</i> . B) Peña. C) Área de poblado. (Fuente: Guerrero <i>et al.</i> 2002).....	104
Figura 16. A) Vista aérea del <i>Puig de Sa Morisca</i> . B) Imagen del puerto natural de <i>Sa Caleta</i> , C y D) Tramos de muros en el perímetro del <i>Puig de Sa Morisca</i> (Fuente: Laboratorio de Prehistoria UIB).....	105
Figura 17. Planta de la Torre I, muros internos y otras estructuras asociadas al complejo arquitectónico de la zona noreste del <i>castellum</i>	109
Figura 18. Fotografía de la Torre I del <i>Puig de Sa Morisca</i>	110
Figura 19. UE estructurales de la Torre I del <i>Puig de Sa Morisca</i>	110

Figura 20. Plantas de la Torre I del <i>Puig de Sa Morisca</i> con algunas de las unidades estratigráficas sedimentarias seleccionadas.....	111
Figura 21. Matriz Harris con las unidades estratigráficas de la Torre I del <i>Puig de Sa Morisca</i>	112
Figura 22. A y B) Imágenes de la Torre III del <i>Puig de Sa Morisca</i> con columnas polilíticas adosadas al paramento interno. C) Planta de la Torre III del <i>Puig de Sa Morisca</i> con las unidades estratigráficas talayóticas, D) Estructura de combustión hallada en el exterior de la torre (UE-138).....	114
Figura 23. Imagen y alzado de la muralla este del poblado del <i>Puig de Sa Morisca</i> (Guerrero 2003).....	116
Figura 24. Unidades estratigráficas de la zona interior del portal de acceso al poblado del <i>Puig de Sa Morisca</i> mostrando los niveles superficiales (UE-73).....	117
Figura 25. Vista aérea de <i>Porto Colom</i> y emplazamiento de <i>Closos de Can Gaià</i>	119
Figura 26. Mapa geomorfológico del área de <i>Porto Colom</i> (ITGE 1991b).....	120
Figura 27. Poblado de navetiformes de <i>Closos de Can Gaià</i> y estructuras identificadas (Guerrero <i>et al.</i> 2007).....	122
Figura 28. Navetiforme I de <i>Closos de Can Gaià</i> donde se señala la presencia de UE negativas asociadas a una estructura perecedera del Bronce Antiguo.....	124
Figura 29. Planta e imagen del Navetiforme I en su configuración durante el Bronce Medio con columnas y enlosados interior y exterior.....	126
Figura 30. Configuración del Navetiforme I en el Bronce Final con un muro medianero en la entrada y estructuras exteriores.....	127
Figura 31. A) Lupa binocular con lámpara alógena. B) Captador de imagen.....	153
Figura 32. Sección de una imagen en la que se muestran las diferencias en valores RGB, los picos se asocian con píxeles asociados a desgrasantes detectados en una sección que atraviesa un segmento de la cerámica. Los picos menos intensos o fondo se asocian a la matriz en la que se insertan las inclusiones.....	154
Figura 33. Detección de desgrasante mineral de una cerámica e imagen binaria segmentada (TSF-353).....	155
Figura 34. Imagen binaria con los desgrasantes detectados, medidos y clasificados en función de su intervalo de tamaño (escala = 1 mm).....	158
Figura 35. Muestra en polvo TSF-57 analizada con diferentes difractómetros: Philips X'Pert (rosa), Siemens P-5000 con detector de posición (Azul) y Siemens P-5000 sin detector de posición (rojo).....	162

Figura 36. Difractómetros utilizados, A) <i>Philips PANalytical X'Pert</i> y B) <i>Siemens P5000</i>	163
Figura 37. Gráfico de dispersión mostrando el grado de correlación para la cuantificación de la calcita utilizando el método de Schulz y el método RIR Normalizado.....	168
Figura 38. Microscopios petrográficos utilizados A) <i>Leica DM-RX</i> y B) <i>Olympus BX-60</i>	172
Figura 39. Variables consideradas en el estudio petrográfico.....	174
Figura 40. Microfotografías de dos petrofábricas diferenciadas. A) Petrofábrica (SM-1351) compuesta por abundante calcita espática de grano grueso y morfología angulosa, también se pueden observar algunas alteraciones térmicas hacia la base de la imagen (XPL, campo de visión = 2700 μm). B) Petrofábrica con una matriz porosa rica en cuarzo mono-cristalino de tamaño sub-milimétrico (XPL, GLG-Mc-6).....	179
Figura 41. A) Espectrómetro de rayos X <i>Philips Magix Pro</i> (PW2400). B) Espectro mostrando la identificación de varios elementos químicos de una muestra analizada mediante FRX.....	182
Figura 42. A) Espectro obtenido con SEM-EDX de una matriz cerámica. B) Imagen SEM-BSEI de la pasta cerámica (50x). C) Imagen SEM-BSEI de la matriz arcillosa de una cerámica (1700x).....	203
Figura 43. A) Foraminífero identificado en una arcilla mediante SEM. B) Foraminífero identificado en una cerámica mediante lámina delgada (XPL).....	208
Figura 44. Mapa del área prospectada con la localización de las muestras prospectadas y seleccionadas. Las arcillas de mayor plasticidad se localizaron en el radio inmediato a los yacimientos. Los puntos rojos corresponden con las arcillas localizadas a las que se ha aplicado un test de plasticidad y cada circunferencia representa 1 km (Albero y García Rosselló 2010).....	234
Figura 45. Imagen de la estratigrafía de la cata que deja a la vista el sedimento del Cretácico.....	237
Figura 46. Mapa geológico (ITGE 1991) con la localización de los distintos depósitos arcillosos seleccionados.....	240
Figura 47. Diagrama de rayos X sobre muestra total mostrando los picos adscritos a los minerales de la arcilla identificados en las muestras.....	246

Figura 48. Diagrama de Rayos X en muestra total mostrando los picos asociados a las principales fases minerales asociadas a material de relleno identificadas en las distintas arcillas.....	249
Figura 49. Clasificación granulométrica y correspondientes nombres de rocas detríticas (Folks 1969).....	252
Figura 50. A) Microfotografía en lámina delgada, con nicoles cruzados y filtro, de arcilla del Paleógeno. En azul se puede observar la escasa presencia de cuarzos mono-cristalinos redondeados y sub-redondeados de 300 µm de tamaño máximo. B) Microfotografía de una lámina delgada en nicoles cruzados de arcilla del Cretácico donde se puede apreciar una rica matriz arcillosa con calcita micrita donde destacan sólo algunos cuarzos muy redondeados, foraminíferos y laminillas de moscovita de hasta 100 µm.....	254
Figura 51. Curva granulométrica acumulativa y distribución del tamaño de grano en la arcilla del Paleógeno.....	254
Figura 52. Curva granulométrica acumulativa y distribución del tamaño de grano en la arcilla del Cretácico.....	255
Figura 53. Histogramas mostrando la fracción granulométrica de la arcilla de la albufera de <i>Santa Ponça</i> adscrita al Holoceno.....	256
Figura 54. Histogramas mostrando la fracción granulométrica de la arcilla del <i>Salobrar de Magalluf</i> adscrita al Pleistoceno.....	257
Figura 55. Diagrama ternario con la clasificación de los sedimentos de tamaño de grano intermedio y fino (Shepard 1956).....	258
Figura 56. Foraminíferos identificados en margas del Cretácico, representando condiciones de sedimentación en mar abierto. Taxones Bentónicos: A. <i>Astacolus</i> aff. <i>cephalotes</i> (Reuss) (Albiense), B. <i>Gaudryina faujasi</i> (Reuss) (Cenomaniense), C. <i>Pseudonubeculina lepida</i> Bartenstein & Brand (Albiense), D. <i>Gyroidinoides globosus</i> (Hagenow) (Campaniense Inferior-Eoceno), vista dorsal, E. <i>Trocholina infragranulata</i> Noth (Barremiense Superior-Aptiense), vista ventral, F. <i>Spirillina minima</i> Schacko, vista dorsal. Taxones Planctónicos: G. <i>Ticinella primula</i> Luterbacher (Albiense Superior), vista dorsal, H. <i>Hedgerbella delrioensis</i> (Carsey) (Aptiense-Cenomaniense), vista dorsal, I. <i>H. delrioensis</i> , vista ventral, J. <i>Hedgerbella gorbachikae</i> Longoria (Aptiense Superior–Albiense Inferior), vista dorsal, K. <i>H. gorbachikae</i> , vista ventral.....	261

- Figura 57. Microfotografías con distintos microfósiles identificados en las arcillas del Paleógeno (campo de visión 870 μm). A, C y E) Inclusiones fecales adscritas a decápodos; B y D) Algas Rojas; F) Crustáceo.....263
- Figura 58. Bioclastos y foraminíferos documentados en margas del Holoceno representando ambientes de deposición en aguas poco profundas. Foraminíferos: A. Fragmento de *Amphisorus hemprichii* Fromont, B. *Cibicides advenum* d'Orbigny, C. *Elphidium macellum* Fichtel & Moll (fracturada), D. *Lobatula lobatula* Walker & Jacob, E. *Nubecularia lucifuga* Defrance (vista ventral, las estrías paralelas se corresponden con impresiones dejadas por los nervios paralelos característicos de las praderas de *Posidonia oceanica*), F. *Quinqueloculina berthelotiana* d'Orbigny. Otros bioclastos: G. Polichaeta, H. Gasterópodo, I. Ostrácodo (fracturada).....266
- Figura 59. Diagrama de caja y bigotes mostrando las variaciones en %AA de las distintas muestras testadas (AM = *Salobrar de Magalluf*; ASP = Albufera de *Santa Ponça*, CA = Arcilla Cretácico; CG = *Comellar de Sa Terra des Gerrers*; TA = *Turó de les Abelles*).....270
- Figura 60. % AA (%WP) de distintos tipos de arcillas (Rice 1987: 62).....270
- Figura 61. Gráfico comparativo del comportamiento del sedimento del Paleógeno (T) y del Pleistoceno (M) durante la fase de secado a temperatura ambiente. El último punto se relaciona con el peso de la muestra tras el calentamiento a 110 °C....274
- Figura 62. Fracturas en forma de “S” generada en la arcilla del Pleistoceno durante la fase de secado.....275
- Figura 63. A) Fotografía mostrando un desconchado circular de una muestra cocida del Paleógeno. B) Fotografía mostrando una fractura en una plaqueta del *Salobrar de Magalluf* tras la cocción (Campo de visión 8 cm).....279
- Figura 64. Gráfico de dispersión mostrando el porcentaje de peso perdido tras la fase de secado a 110 °C (%AP) frente a la pérdida de peso al final de la cocción a 705 °C (%AC). Las agrupaciones realizadas se corresponden con los distintos depósitos analizados (ASP = Holoceno; AM = Pleistoceno; TA y CG = Paleógeno; CA = Cretácico).....279
- Figura 65. Comportamiento termo-gravimétrico de una muestra de arcilla adscrita al Paleógeno (muestra en polvo).....282

Figura 66. Microfotografías (escala = 1 mm) realizadas en corte fresco y con binocular de las plaquetas cocidas, de izquierda a derecha: albufera de <i>Santa Ponça</i> (obsérvese la textura sensiblemente más gruesa), <i>Turó de les Abelles</i> (obsérvese la presencia abundante de poros internos origen de los procesos desconchados documentados), arcilla del Cretácico de la albufera de <i>Santa Ponça</i> y <i>Salobrar de Magalluf</i>	284
Figura 67. Gama cromática de las arcillas analizadas (inferior: arcillas hidratadas, superior: arcillas cocidas a 705 °C en atmósfera oxidante).....	289
Figura 68. Diagrama ternario a partir de la composición mineralógica normalizada al 100% de las arcillas detectada mediante DRX. Los minerales citados representan más de un 95% de la composición total de las muestras (todas las muestras recogidas en superficie, CV = <i>Cala Vinyes</i> ; ASP = <i>Albufera Santa Ponça</i> ; TB = <i>Turó de les Abelles</i> ; CG = <i>Comellar de Sa Terra des Gerrers</i> ; AM = <i>Salobrar de Magalluf</i> ; CA = <i>Cata Cretácico</i>).....	292
Figura 69. A) Correlación entre %CaO y %Al ₂ O ₃ (r Pearson = -0.815, n = 104, significación 0.99). B) Correlación entre %CaO y % SiO ₂ (r Pearson = -0.910, n = 104, significación 0.99).....	311
Figura 70. A) Correlación entre % Calcita y % de Filosilicatos (r Pearson = -0.98; n = 135; significación 0.99). DRX sobre muestra total, fases semicuantificadas utilizando el método <i>RIR</i> normalizado. B) Correlación entre % Fe ₂ O ₃ y % TiO ₂ (r Pearson = 0.835, n = 104, significación 0.99).....	312
Figura 71. Diagrama ternario mostrando la dispersión del conjunto cerámico en función del % de elementos mayoritarios: CaO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃	313
Figura 72. Porcentaje de Muestras del grupo con CaO bajo según yacimiento.....	319
Figura 73. Porcentaje de muestras del grupo con CaO bajo en función de la cronología de las muestras.....	319
Figura 74. Histograma mostrando la dispersión de % CaO en el Grupo 1a.....	320
Figura 75. Porcentaje de muestras del grupo con CaO alto en función de la cronología de las muestras.....	322
Figura 76. Porcentaje de muestras del grupo con CaO alto según yacimiento.....	323
Figura 77. Gráfico de dispersión según cantidades de Sr y CaO observadas en las piezas del <i>Turó de les Abelles</i>	326

Figura 78. Componentes principales mostrando la distribución de los subgrupos o Grupos de Referencia del dendrograma realizado a partir de la composición química sin considerar el CaO.....	331
Figura 79. Porcentaje de piezas según cronología y las agrupaciones del dendrograma incluyendo CaO y Sr.....	349
Figura 80. Porcentaje de cada una de las producciones constatadas incluyendo todos los yacimientos y las piezas no clasificadas.....	354
Figura 81. Difractograma (muestra total) mostrando un pico de hematites en la muestra TSB-6/80.....	359
Figura 82. Difractograma (muestra total) mostrando un pico de montmorillonita en la pieza TSB-6/65.....	359
Figura 83. Difractograma (muestra total) mostrando un pico de dolomita (pieza TSF-1078).....	360
Figura 84. Difractograma (muestra total) mostrando el desarrollo de plagioclasas y la formación de gehlenita (pieza CLG-2430).....	360
Figura 85. Difractograma (muestra total) mostrando el pico a 2.53 Å de maghemita (pieza TSB-6/82).....	361
Figura 86. Difractograma (muestra total) de la pieza CLG-2755 muy rica en illita-moscovita (I-M), cuarzo (Q), feldespato potásico (KF) y plagioclasas (P).....	361
Figura 87. Difractograma (muestra total) mostrando la composición de la pieza TSB-17/23 con un pico muy intenso de cuarzo y donde está ausente la calcita.....	362
Figura 88. Difractograma (muestra total) mostrando las fases minerales más usuales identificados en el registro analizado (SM-246).....	362
Figura 89. Histograma según % de calcita de las muestras analizadas con DRX.....	366
Figura 90. Histograma según % de cuarzo de las muestras analizadas con DRX.....	366
Figura 91. DRX (muestra total) perteneciente a una muestra baja en calcita pero rica en cuarzo y filosilicatos (TSF-57).....	367
Figura 92. Difractograma de DRX (muestra total) perteneciente a una muestra muy rica en calcita (TSF-1090).....	367
Figura 93. Correlación entre el % calcita y % cuarzo observado en las muestras.....	368

- Figura 94. A) Microfotografía bajo nicoles cruzados y filtro de la pieza SM-484 donde se observa una rica matriz arcillosa con escaso cuarzo monocristalino (en azul) y abundantes cristales romboidales de calcita cristalina alterada térmicamente. B) Microfotografía bajo nicoles cruzados de la pieza SM-468 donde se observa una rica matriz arcillosa con abundantes cristales prismáticos y romboidales de calcita cristalina bien orientados paralelamente a las superficies de la pieza.....372
- Figura 95. A) Microfotografía bajo nicoles cruzados y filtro de la pieza SM-970 donde se observa un foraminífero planctónico. B) Microfotografía bajo nicoles cruzados de la pieza SM-971 donde se observa un nódulo de arcilla de textura muy fina.....373
- Figura 96. A) Microfotografía bajo nicoles cruzados de la pieza SM-665 donde se observa el bandedo composicional en los cristales de calcita cristalina característico de un proceso de alteración térmica. B) Microfotografía bajo nicoles cruzados de la pieza SM-472 donde se observa una fibra de materia orgánica parcialmente grafitizada formando un poro con los márgenes ligeramente ennegrecidos.....373
- Figura 97. A) Microfotografía bajo nicoles cruzados de la pieza TSB-9/80 con abundantes inclusiones opacas, calcita cristalina y fragmentos de roca caliza. B) Microfotografías con luz plana de la pasta de la pieza TSB-1/296 con fragmentos de roca caliza de gran tamaño.....375
- Figura 98. Microfotografías de la pieza TSB-9/81 A) óxido de hierro opaco de gran tamaño y forma angulosa bajo luz plana B) abundantes inclusiones opacas, algunas de forma geométrica, calcita cristalina y fragmentos de roca caliza bajo nicoles cruzados.....375
- Figura 99. Microfotografías bajo luz reflejada A) inclusiones de óxido de hierro en la pieza TSB-9/80 B) fragmento de carbón vegetal en una matriz rica en óxido de hierro en la pieza TSB-6/87.....376
- Figura 100. Microfotografías bajo nicoles cruzados A) inclusión de óxido de hierro y pasta rica en cuarzo monocristalino en la pieza TSB-6/82 B) inclusión de cuarzo subredondeado en la pieza TSB-6/80.....376
- Figura 101. Microfotografías con luz plana A) nódulo de arcilla de gran tamaño y óxido de hierro opaco en la pieza TSB-9/81. B) Textura muy heterogénea de la matriz arcillosa en la pieza TSB-9/81.....376

Figura 102. Microfotografías bajo nicoles cruzados de inclusiones calcáreas formadas por algas rojas (<i>rodoficeas</i>), A) Pieza SM-246, B) Pieza SM-181.....	378
Figura 103. Microfotografías bajo nicoles cruzados A) agregado compuesto por fragmentos de roca caliza, rodoficeas y otros microorganismos parcialmente cementados por calcita micrita en la pieza SM-326. B) agregado en la pieza SM-246 formado por bivalvos cuya pérdida de su configuración interna denota un proceso de calcitización. Los microorganismos están cementados por calcita microespática.....	379
Figura 104. Microfotografías de la pieza SM-181 A) bajo nicoles cruzados y filtro, cuarzo monocristalino (azul) y una inclusión policristalina en una matriz muy porosa con abundantes peloides. B) aspecto del Petrogrupo 3 bajo luz plana con una pasta formada por abundantes peloides compuestos de calcita micrita.....	379
Figura 105. Microfotografías con nicoles cruzados de la pieza SM-362 A) Feldespato potásico. B) laminilla de moscovita, foraminífero planctónico y fibra de materia orgánica grafitizada.....	380
Figura 106. Microfotografías con nicoles cruzados A) Pieza TSB-17/23 mostrando una pasta con abundante cuarzo monocristalino. B) Pieza TSB-7/159 pasta con abundante cuarzo de aspecto subredondeado y subangular.....	381
Figura 107. Microfotografías de la pieza SM-180, A) pasta con un nódulo de arcilla redondeado y abundantes granos de roca caliza con indicios de re-cristalización y de aspecto sub-angular (nicoles cruzados). B) Microfotografía con nicoles cruzados y filtro donde se puede apreciar una mayor cantidad de cuarzo monocristalino redondeado.....	383
Figura 108. Microfotografías de la pieza SM-140 A) en luz plana y B) nicoles cruzados, mostrando una matriz porosa con fragmentos de caliza y calcita secundaria.....	384
Figura 109. Microfotografías de la pieza SM-138 A) en nicoles cruzados mostrando poros, calcita cristalina, fragmentos de caliza y algún agregado cementado con micrita y B) nicoles cruzados con filtro mostrando una rica matriz arcillosa con escaso cuarzo.....	385
Figura 110. Microfotografías de la pieza SM-1125 en nicoles cruzados A) mostrando nódulos de arcilla (argilitas) de granulometría fina, cristales de calcita cristalina e inclusiones de materia orgánica B) materia orgánica con una morfología diferente.....	386

Figura 111. Microfotografías de la pieza SM-796 A y B) en luz plana y nicoles cruzados mostrando nódulos de arcilla (argilitas) de granulometría fina y algunas pequeñas inclusiones de óxidos opacos. C y D) mostrando una matriz muy compacta y microporosa desgrasada con abundante calcita cristalina con algún fragmento de roca gran tamaño mal triturado (XPL, PPL).....	387
Figura 112. Microfotografías de la pieza SM-473 (nicoles cruzados) A) matriz compacta desgrasada con abundantes romboedros de calcita cristalina de gran tamaño mal triturado. B) cristales de calcita bien orientados y inclusiones de óxidos opacos de gran tamaño.....	388
Figura 113. Microfotografías de la pieza SM-473, gran inclusión de óxido de hierro de gran tamaño y aspecto redondeado A) en luz plana transmitida y B) luz reflejada.....	388
Figura 114. Microfotografías de la pieza SM-659 A) aspecto general de la pasta en nicoles cruzados donde se observa una pasta porosa con abundantes granos minerales y un engobe. B) cristales de calcita romboidal, fragmento de roca caliza y de cerámicas trituradas de gran tamaño (PPL).....	389
Figura 115. Microfotografías de la pieza SM-659 A y B) fragmentos de chamota, en luz plana y nicoles cruzados, que muestran en su interior abundantes romboedros de calcita cristalina.....	390
Figura 116. Microfotografías de la pieza SM-625 (nicoles cruzados) A) matriz arcillosa densa de textura fina. B) Fragmento de roca caliza, cuarzo monocristalino redondeado y algunas inclusiones de opacos.....	391
Figura 117. Microfotografías con nicoles cruzados de la Pieza TSB-6/65 A) matriz muy arcillosa con algunos pequeños óxidos opacos y una inclusión de cuarzoarenisca. B) poros formados por materia vegetal y fragmentos aislados de calcita cristalina microespática (arriba izquierda).....	392
Figura 118. Microfotografías con nicoles cruzados de la Pieza TSB-6/73 A) matriz muy porosa con cuarzo subangular y algún óxido opaco B) inclusión de roca caliza de gran tamaño.....	393
Figura 119. Microfotografías con nicoles cruzados de la pieza TSB-1/300 A) matriz muy porosa con cuarzo subredondeado y algún cristal aislado de calcita cristalina B) laminilla de moscovita, cuarzos y materia orgánica parcialmente grafitizada.....	394

- Figura 120. Microfotografías con nicoles cruzados de la pieza TSB-7/33 A) matriz muy porosa con cuarzo subredondeado y una gran inclusión de hierro con cuarzos en su interior B) cristal aislado de calcita cristalina.....395
- Figura 121. Microfotografías de la pieza TSB-7/33 A) gran inclusión de hierro con cuarzos en su interior bajo luz reflejada y B) la misma inclusión de aspecto opaco con nicoles cruzados.....395
- Figura 122. Microfotografías de la pieza TSB-2/41 A) matriz abigarrada con poros con materia orgánica grafitizada (con nicoles cruzados). B) Vena en la matriz arcillosa de color ocre rica en óxido de hierro bajo luz reflejada.....396
- Figura 123. Microfotografías de la pieza TSB-2/41 A) gran inclusión opaca de forma esférica con cuarzo y fracturas en su interior y cristal aislado de calcita cristalina con (nicoles cruzados). B) inclusión de la anterior figura bajo luz reflejada....397
- Figura 124. Microfotografías de la Pieza CLG-2755 A) matriz con escasos poros sin carbonatos o materia orgánica y rica en feldespato potásico y cuarzo (PPL). B) cristal de plagioclasas con un característico maclado polisintético y cristales de cuarzo (XPL).....398
- Figura 125. Microfotografías con nicoles cruzados de la Pieza CLG-2755 A) fragmento de mica biotita B) cristal de feldespato potásico y moscovitas (XPL).....398
- Figura 126. Microfotografías de la pieza CLG-149 bajo nicoles cruzados A) matriz muy compacta con escasos poros con fragmentos de chamota, calcita cristalina y un engobe en la superficie. B) Cristales de calcita cristalina de color gris con una alteración térmica consistente en la formación de micrita y el aumento de la porosidad móldica.....400
- Figura 127. Microfotografías de la pieza CLG-1233 A) matriz rica en arcilla con abundantes microporos y granos de calcita cristalina que en algunos granos (B) ha comenzado a perder su estructura favoreciendo el incremento de porosidad móldica (PPL/XPL).....401
- Figura 128. Microfotografías de la Pieza CLG-1594 A) matriz porosa cocida de color negro con abundantes fragmentos de calcita cristalina de forma romboide y prismática (XPL). B) Abundantes granos de calcita térmicamente alterados y tamaño grueso (PPL).....402

Figura 129. Microfotografías de la pieza CLG-2664 A) matriz reducida con abundantes fragmentos de calcita cristalina alterados térmicamente (XPL). B) Cristales de calcita cristalina con maclas de color gris debido a la alteración térmica y un óxido opaco en la matriz, en la zona superior se pueden observar restos de un engobe en la superficie externa de la pieza (PPL).....	403
Figura 130. Microfotografías de la pieza CLG-205 A) matriz muy compacta con escasos macroporos con un fragmento de carbón redondeado y abundante calcita cristalina (PPL). B) cristal de calcita cristalina de gran tamaño sobre una rica matriz arcillosa muy fina (XPL).....	404
Figura 131. Gráfico ACP mostrando la dispersión de las variables texturales y de los individuos y según el Grupo Textural en el que se han aglomerado en el análisis de conglomerados jerárquicos.....	411
Figura 132. Curvas granulométricas de los distintos Grupos Texturales establecidos y gráfico de dispersión mostrando su distribución en función del % de mineral y el área que ocupan en la matriz los desgrasantes medios y gruesos (> 300 μm)...412	412
Figura 133. Dendrograma según porcentaje y tamaño del desgrasante mineral y porcentaje de materia vegetal utilizando distancia euclidiana al cuadrado y agrupamiento centroide.....	413
Figura 134. A) Microfotografía de la pasta de la pieza SM-634 y B) Microfotografía de la pieza TSF-1117 donde se observa abundante mineral y algún poro aislado de materia orgánica.....	415
Figura 135. Microfotografías de las piezas TSF-208 (A) y CLG-2664 (B) con abundante desgrasante mineral de morfología angulosa y tamaño grueso.....	416
Figura 136. Microfotografías de las piezas SM-627 (A) y SM-660 (B) con abundante desgrasante mineral de un tamaño medio (300-800 μm).....	417
Figura 137. Microfotografías de las piezas SM-473 (A) y SM-661 (B) muy abundantes en desgrasante mineral de un tamaño medio/grueso (>300 μm).....	418
Figura 138. Microfotografías de las piezas SM-697 (A) y TSF-238 (B) con cantidades medias de desgrasante mineral de un tamaño medio/grueso (>300 μm) y cantidades importantes de desgrasante vegetal.....	419

Figura 139. Microfotografías de las piezas A) TSB-1/296 adscrita a GT-B.2.1 con escasa materia vegetal y cantidades medias de desgrasante mineral de hasta 800 μm y B) TSF-353 adscrita a GT-B.2.2 con cantidades medias de desgrasante mineral de un tamaño medio (300-800 μm) y cantidades altas de desgrasante vegetal.....	420
Figura 140. Microfotografías de las piezas TSF-1048 (A) y TSB-7/33 (B) con cantidades muy bajas de desgrasante mineral de un tamaño fino (<300 μm) y cantidades altas de desgrasante vegetal.....	422
Figura 141. Microfotografías de piezas cerámicas con cantidades muy bajas de desgrasante mineral de un tamaño fino (<300 μm) y cantidades altas de desgrasante vegetal. A) GT-C.2.1 (TSB-9/14), B) GT-C.2.2 (TSF-352), C) GT-C.2.3 (TSF-239) y D) pieza del Bronce Antiguo CLG-154.....	424
Figura 142. Dendrograma del Subgrupo GT-C2 utilizando agrupamiento centroide y distancia euclidiana al cuadrado.....	425
Figura 143. Microfotografías de piezas del Grupo Textural C3 con cantidades medias de desgrasante mineral de un tamaño <800 μm , A) GT-C3.1 (CLG-160), B) GT-C3.2 (TSB-17/23), C) GT-C3.3 (TSF-235), D) GT-C3.4 (SM-416).....	427
Figura 144. Gráfico de dispersión de las distintas subagrupaciones obtenidas en el dendrograma realizado con muestras del Grupo Textural C3.....	428
Figura 145. Dendrograma realizado en función de la cantidad de mineral y vegetal para las muestras del Grupo Textural C3 utilizando agrupamiento al centroide y distancia euclidiana al cuadrado.....	429
Figura 146. Microfotografías de piezas del subgrupo GT-C4 A) TSB-6/72 mostrando una textura fina con un pequeño cristal de tamaño medio y escasa materia orgánica. B) TSB-7/32 con cantidades bajas (<5%) de desgrasante mineral de un tamaño medio (300-800 μm) y cantidades altas de desgrasante vegetal.....	430
Figura 147. Microfotografías de las piezas SM-468 (A) y CLG-219 (B) con cantidades muy altas de desgrasante mineral de un tamaño medio/grueso (>300 μm) sin desgrasante vegetal.....	431
Figura 148. Diagrama de cajas y bigotes mostrando la distribución del índice de tamaño y cantidad (I_{tc}) de desgrasante mineral según el grupo textural.....	433
Figura 149. Diagrama de cajas y bigotes mostrando la distribución del índice de tamaño y cantidad (I_{tc}) de desgrasante mineral según la cronología de las piezas.....	435
Figura 150. Medias de las variables texturales según periodo.....	435

Figura 151. Distribución de Grupos Texturales en función de la cronología, el porcentaje representa el porcentaje de piezas de cada tipo textural.....	436
Figura 152. Gráfico bivariado mostrando la correlación entre el % de calcita y % de CaO.....	440
Figura 153. Aspecto de los granos de calcita cristalina en la muestra CLG-1233 A) Microscopio petrográfico (PPL) y B) lupa binocular. Observar la correspondencia en ambas técnicas de la coloración, aspecto y morfología de los cristales.....	441
Figura 154. Aspecto de los granos de calcita cristalina en la muestra SM-1351 A) Microscopio petrográfico (XPL) y B) lupa binocular. Observar la correspondencia en ambas técnicas de la coloración, aspecto y morfología de los cristales.....	442
Figura 155. Difractograma de rayos X (muestra total) de la pieza SM-1351 mostrando un pico muy intenso de calcita.....	442
Figura 156. Aspecto de los granos de cuarzo en la muestra TSB-17/23 A) Microscopio petrográfico (XPL) y B) lupa binocular. Observar la correspondencia en ambas técnicas de la coloración, aspecto y morfología de los cristales que se presentan muy parecidos a los observados en las muestras con calcita cristalina.....	443
Figura 157. Difractograma de rayos X (muestra total) de la pieza TSB-17/23 mostrando un pico muy intenso de cuarzo y la ausencia del pico de calcita.....	444
Figura 158. Aspecto de los granos de calcarenitas en la muestra SM-181 A) Microscopio petrográfico (PPL) y B) lupa binocular. Observar la correspondencia en ambas técnicas de la coloración, aspecto y morfología de los granos que se presentan una morfología más redondeada y una coloración más grisácea en comparación con los observados en las muestras con calcita cristalina.....	445
Figura 159. Granos de caliza en la muestra SM-140 A) Microscopio petrográfico (XPL) y B) lupa binocular. Observar la correspondencia en ambas técnicas de la coloración, aspecto y morfología de los granos que se presentan una morfología más redondeada y donde están ausentes los granos translúcidos.....	445

- Figura 160. Piezas de textura fina donde no se ha añadido calcita cristalina A) Aspecto de la pasta de la pieza TSB-6/72 en lámina delgada (XPL) y B) con binocular. C) Microfotografía de la arcilla del Paleógeno del *Turó de les Abelles* ilustrando una pasta fina sin desgrasantes en lámina delgada (XPL) y D) aspecto de una plaqueta cocida a 705 °C de la misma arcilla con lupa binocular. Observar la textura fina que se observa en la pasta frente aquellos grupos señalados antes con abundantes desgrasantes.....447
- Figura 161. Difractograma de rayos X (muestra total) de la pieza TSB-6/73 mostrando un pico muy intenso de cuarzo y la ausencia del pico de calcita.....447
- Figura 162. Grupos texturales constatados en las Producciones TSB-A.....452
- Figura 163. Imagen SEM-BSEI donde se pueden observar, a grandes aumentos (1700x), las laminillas de los minerales de la arcilla que conforman la matriz arcillosa (CM) y la presencia de feldespato potásico (KF) y cuarzos (Q) de reducido tamaño en la pasta de la pieza SM-665, asociada a la Producción SM-B1.....456
- Figura 164. Número de casos asociados a los grupos texturales constatados en las producciones SM-A1 y SM-B1 relacionado con pastas muy calcáreas ($\text{CaO} \geq 30\%$).....457
- Figura 165. Porcentaje de mineral y de CaO según las diferentes producciones. Observar cómo se produce una gran variación en la cantidad de mineral y CaO en las piezas SM-A1 y B1, también se observa como las producciones del *Turó de les Abelles* (TSB-B1, B2, A3 A2 y A1) asociadas a pastas ferruginosas presentan pastas con escaso mineral (<10%) y cantidades más moderadas de CaO (<25%).....457
- Figura 166. Microfotografías de la pieza SM-1351 con nicols cruzados A) mostrando una alta cantidad de cristales espáticos de calcita cristalina sobre una matriz arcillosa muy fina. B) Alteración térmica de los cristales de calcita más próximos al margen externo de la pieza.....460
- Figura 167. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza SM-238 mostrando una textura con abundantes cristales translúcidos de calcita cristalina de grano medio.....463
- Figura 168. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-5/19 mostrando una textura muy fina con escasos cristales translúcidos de calcita cristalina de grano medio/fino y abundante materia orgánica.....465

Figura 169. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza SM-705 mostrando una textura muy media/gruesa con abundantes cristales translúcidos de calcita cristalina de grano medio. Observar el tono anaranjado intenso de los márgenes de la sección.....	467
Figura 170. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-1/299 mostrando una textura muy heterogénea con fragmentos de rocas y materia orgánica.....	469
Figura 171. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza SM-470 mostrando una pieza compacta y de textura gruesa con abundantes fragmentos de calcita cristalina.....	470
Figura 172. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza SM-627 mostrando una pieza compacta y de textura gruesa con abundantes fragmentos de calcita cristalina.....	472
Figura 173. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza SM-625 mostrando una pasta heterogénea con algunos fragmentos de rocas.....	474
Figura 174. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza SM-426 mostrando una pasta muy compacta con abundantes cristales de calcita de color blanco de morfología angulosa.....	475
Figura 175. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-6/81 mostrando una pasta muy fina.....	476
Figura 176. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza SM-280 mostrando una pasta muy compacta con abundantes granos de color oscuro-negro y otros de color blanco.....	477
Figura 177. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-9/90 mostrando una pasta muy heterogénea y fina con unos pocos cristales de calcita de color blanco de morfología angulosa.....	478
Figura 178. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-1/299 mostrando una pasta heterogénea y fina con abundante calcita secundaria rellenando algunos de los macroporos y unos pocos cristales aislados de color blanco.....	479
Figura 179. Microfotografía con binocular de la pasta del conjunto 36 del poblado de <i>Puig de Sa Morisca</i> mostrando una pasta fina con abundante cuarzo y materia orgánica.....	480
Figura 180. Microfotografía con binocular de la pasta de A) pieza TSB-1/300 y B) TSB-9/91 mostrando una pasta heterogénea y fina con abundante materia orgánica y escasas inclusiones minerales.....	482

Figura 181. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-8/65 mostrando una pasta fina con escasos desgrasantes minerales.....	483
Figura 182. Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza SM-386 mostrando una pasta muy compacta con abundantes granos angulosos de color translúcido, grises y blancos. También se observa algún fragmento de roca.....	484
Figura 183. Microfotografías de la muestra de cubierta CLG-97-MC-6 A) lámina delgada de la muestra donde se observa una matriz rica en cuarzo muy bien ordenado (XPL). B) coloración rojiza y textura fina de la misma muestra observada con lupa binocular.....	489
Figura 184. Microfotografías de adobes del área de <i>Santa Ponça</i> . A) Muestra de cubierta del <i>Turó de les Abelles</i> (TSB-1) de tono claro y con algunas inclusiones blancas. B) Muestra SM-98 Conjunto 1051, mostrando una coloración rosada y una textura fina.....	491
Figura 185. Difractograma (muestra total) de la muestra TSB-1 con la presencia de aragonito y la ausencia de filosilicatos.....	491
Figura 186. Difractograma de rayos X (muestra total) con dos tipos de materiales mineralógicamente diferenciados A) muestra CLG-97-mc-6 con un pico muy intenso de cuarzo, algunos feldespatos y la ausencia de calcita. B) muestra SM-98 Conjunto 595, con un pico muy intenso de calcita y con una menor intensidad del pico de cuarzo.....	492
Figura 187. Microfotografías del adobe TSB-4/66 A) con lupa binocular mostrando una pasta de tono rosado con textura muy fina y concentraciones de calcita secundaria B) TSB-4/66 en lámina delgada y nicoles cruzados donde se pueden observar cristales de dolomita reemplazando fragmentos de calcita, también se aprecian poros con calcita micrita.....	494
Figura 188. Diagrama de rayos X (muestra total) mostrando la composición mineralógica básica con presencia de dolomita de la muestra TSB-4/66.....	495
Figura 189. Microfotografías de adobes del Puig de Sa Morsica. A) Muestra SM-08 Conjunto 199, mostrando algunas inclusiones finas y un aspecto muy parecido al adobe del <i>Turó de les Abelles</i> . B) Adobe SM-08 Conjunto 163, donde se observa una matriz de color marrón claro con inclusiones vegetales y minerales de pequeño tamaño.....	496

Figura 190. Diagrama de rayos X (muestra total) mostrando la composición mineralógica del adobe SM-08 Conjunto 198 con la casi exclusiva presencia de picos de calcita.....	496
Figura 191. Fotografía y dibujo de las pesas de telar con pastas abigarradas de color rosado, A) TSB-8/33 (Dibujo y foto J. García Rosselló). B) TSB-4/43 (Dibujo: Camps y Vallespir 1998, Foto: J. García Rosselló).....	499
Figura 192. Microfotografías de las pesas de telar del <i>Turó de les Abelles</i> con una pasta donde se intercala arcillas de diferente tonalidad, unas más rojizas con otras más claras. A) Muestra TSB-4/43. B) Muestra TSB-8/33.....	500
Figura 193. Diagrama DRX (muestra total) mostrando la composición mineralógica de la pesa TSB-4/43 donde destacan picos intensos de filosilicatos y la presencia de dolomita.....	500
Figura 194. Fotografías y microfotografías con binocular de los ecofactos del <i>Turó de les Abelles</i> , A) TSB-8/77 con una impronta de un tronco y una pasta donde se intercala una pasta rojiza con algunas zonas que presentan una coloración oscura. B) Muestra TSB-8/78 consistente en un artefacto de barro doblegado que muestra una pasta agrietada de coloración anaranjada-rosada con inclusiones de color blanco.....	502
Figura 195. Dibujo del ecofacto de arcilla TSB-8/78 (Dibujo: J. García Rosselló).....	502
Figura 196. Diagramas de rayos X (muestra total) mostrando la mineralogía de A) TSB-8/77 y B) TSB-8/78, destaca la presencia/ausencia de picos intensos de filosilicatos.....	503
Figura 197. Planta del Sector 2 del <i>Turó de les Abelles</i> donde se puede observar la ubicación de la pica revestida con mortero y la ubicación de cerámicas a mano y ánforas localizadas en el sector (Camps y Vallespir 1998).....	505
Figura 198. A) Difractograma de rayos X (muestra total) del revestimiento de la pica donde se puede observar la ausencia de picos ligados a minerales de la arcilla y picos muy intensos de calcita. B) Microfotografía de una sección de la pica de arcilla donde puede observarse un revoque muy compacto de color blanco directamente aplicado sobre tierra.....	506

Figura 199. A) Microfotografía con binocular de una sección del ecofacto de la UE-18 de <i>Closos de Can Gaià</i> donde se puede observar una coloración oscura, huellas en negativo de materia orgánica y una textura fina. B) Difractograma de rayos X del ecofacto (muestra total) donde se puede observar la práctica ausencia de picos ligados a minerales de la arcilla y picos muy intensos de calcita.....	508
Figura 200. Diagrama de cajas mostrando la tendencia central y los extremos de la cantidad de fósforo de las muestras cerámicas según yacimiento: <i>Closos de Can Gaià, Puig de Sa Morisca y Turó de les Abelles</i>	514
Figura 201. Imagen obtenida con SEM de un cristal de calcita en un poro de la matriz arcillosa de la pieza CLG-2430.....	516
Figura 202. Espectro obtenido con SEM-EDX del cristal de calcita de la figura 201 (CLG-2430).....	516
Figura 203. Microfotografías de láminas delgadas con nicoles cruzados mostrando calcita secundaria, A) micrita rellenando un poro dejado por una fibra de materia orgánica (SM-140), B) micrita rellenando un poro cercano a la superficie (SM-1351).....	519
Figura 204. Microfotografías con binocular mostrando calcita secundaria en la matriz rellenando los poros dejados por fibras orgánicas, A) TSF-231, B) TSF-11....	519
Figura 205. Microfotografías con binocular A) mostrando calcita secundaria en la matriz rellenando los poros dejados por fibras orgánicas (SM-3), B) Mostrando la calcificación de la matriz TSB-1/297.....	520
Figura 206. Microfotografías con binocular A) mostrando calcita secundaria en la matriz rellenando los poros dejados por fibras orgánicas (TSB-6/65), B) Mostrando la calcificación de la matriz TSB-6/80.....	520
Figura 207. Microfotografías, A) lamina delgada con nicoles cruzados que presenta una concreción de calcita micrita secundaria en la superficie de la pieza SM-468, B) Concentraciones de calcita secundaria localizada en las improntas dejadas por la materia vegetal observadas con binocular en la pieza TSB-1/294.....	521
Figura 208. Diagrama de cajas mostrando la tendencia central y los extremos de la cantidad de cloro de las muestras cerámicas según yacimiento: <i>Closos de Can Gaià, Puig de Sa Morisca y Turó de les Abelles</i>	524
Figura 209. Microfotografía de una lámina delgada con nicoles cruzados de la pieza TSB-1/300 mostrando una laminilla de moscovita.....	556
Figura 210. Espectro SEM-EDX de la matriz de la pieza SM-665.....	556

- Figura 211. Microfotografías de láminas delgadas de nódulos de arcilla de textura muy fina y claramente diferenciada del resto de la matriz. A y B) SM-180 (XPL). C) SM-971 (XPL). D) SM-796 (PPL).....562
- Figura 212. Microfotografías de láminas delgadas mostrando varios foraminíferos identificados en las cerámicas del *Puig de Sa Morisca*. A) *Globogerinidae* (SM-362, XPL) B) *Globogerinidae* (SM-468, XPL) C) Rotalido (SM-138, XPL), D) *Rupertina* (SM-661, XPL), E) *Stomatorbina* (SM-660, XPL), F) *Globogerinidae* (SM-970, XPL y filtro).....566
- Figura 213. Microfotografías de laminas delgadas en nicols cruzados y filtro de color A) Pieza del Petrogrupo 1 asociada al Grupo de Referencia SM-A1 (SM-484), B) Arcilla del Paleógeno del *Turó de les Abelles*. Si eliminamos los granos de calcita cristalina de la pieza cerámica observamos en ambos casos una matriz muy densa y fina con escaso cuarzo y material detrítico.....569
- Figura 214. Microfotografías con lupa binocular de A) Adobe SM-2008, Conjunto 163 mostrando una textura muy arenosa, B) Plaqueta cocida a 705 °C de la arcilla del Holoceno de la zona este de la albufera de *Santa Ponça*.....575
- Figura 215. Microfotografías con lupa binocular mostrando la pasta fina y sin apenas carbonatos de A) pieza cerámica TSF-231 y B) pieza TSB-6/73.....578
- Figura 216. Microfotografías en lámina delgada con nicols cruzados mostrando material de cubierta de *Closos de Can Gaià*.....579
- Figura 217. Microfotografías de pastas ferruginosas. A) Gran inclusión de hierro observada con binocular que ha generado fracturas en forma de estrella (TSB-9/80). B) Nódulo de hierro con cuarzos en el interior en una lámina delgada (TSB-6/82, PPL).....582
- Figura 218. Mapa mostrando la distribución de rocas ígneas plutónicas y sub-volcánicas del área noroeste de la costa catalana. En naranja granitos moscovíticos con biotita y granitos biotíticos.....583
- Figura 219. Fotografía mostrando la veta de arcilla del Paleógeno del *Comellar de sa Terra des Gerrers*, cubierta por niveles cuaternarios y aflorando en los cortes de la ladera ocasionados por la erosión.....589
- Figura 220. Mapa Geológico de la península del sur de *Calvià* mostrando los depósitos arcillosos del área. Encuadrado depósito de arcilla del Paleógeno representado en la figura anterior (ITGE 1991).....589

- Figura 221. Mapa geomorfológico del área de *Porto Colom* mostrando afloramientos de arcillas del Cretácico (1), Paleógeno (2) y *terra rossa* (3) presentes en el territorio inmediato a *Closos de Can Gaià*. (ITGE 1991b).....590
- Figura 222. Microfotografía con binocular de A) pieza SM-386 con un fragmento de roca de varios milímetros. B) Pieza TSF-1048 mostrando una textura muy fina ligada, tal vez, a un proceso de decantación.....599
- Figura 223. A y B) Microfotografías con binocular mostrando plaquetas cocidas a 705°C de las arcillas del Cretácico (A) y del Paleógeno de *Santa Ponça* (B) preparadas sin levigación y mostrando una pasta muy fina y homogénea. C) Microfotografía en lámina delgada de la pieza TSB-9/81 mostrando una arcilla poco homogeneizada (PPL) y D) microfotografía en lámina delgada de la pieza SM-468 mostrando una pasta bien preparada muy compacta, homogénea y sin bolsas de aire (XPL).....600
- Figura 224. Microfotografía con binocular de A) materia orgánica y B) negativo de un gasterópodo en el adobe TSB-4/66.....602
- Figura 225. Microfotografías de láminas delgadas con nicoles cruzados de la pieza SM-1351. A) Pasta con abundantes monocristales angulosos, prismáticos y romboidales de calcita cristalina y B) un fragmento aislado de roca caliza del mismo rango de tamaño que los cristales de calcita de fractura.....609
- Figura 226. A) Ilustración del proceso de formación de la calcita de fractura. B) Microfotografía con binocular (escala = 0.5 mm) de cristales de calcita de fractura recogida en el entorno del *Puig de Sa Morisca*.....609
- Figura 227. Fotografías de distintas muestras de calcita de fractura recogidas en las prospecciones realizadas en el entorno del *Puig de Sa Morisca*.....610
- Figura 228. Diagrama de rayos X (muestra total) de una muestra de calcita de fractura recogida en el *Puig de Sa Morisca* mostrando únicamente un pico muy intenso de calcita a 3.03 Å.....610
- Figura 229. A) Esquema mostrando la correspondencia entre la correlación entre la longitud y la anchura de los granos respecto de distintas morfologías. B) Correlación entre la longitud y la anchura de los granos en petrofábricas con calcita cristalina (en azul muestras SM-473, SM-1351) y en petrofábricas con inclusiones redondeadas (en verde, muestras SM-140 y SM-180).....613

- Figura 230. Microfotografías mostrando grandes cristales de calcita cristalina. A) Lámina delgada con nicoles cruzados y filtro mostrando un fragmento policristalino de calcita de fractura (SM-796). B) Grano de calcita cristalina de gran tamaño observado con binocular en la pieza CLG-2664.....613
- Figura 231. Histograma en función del porcentaje de materia orgánica en volumen presente en las cerámicas analizadas mediante análisis de imagen.....616
- Figura 232. Microfotografías de pastas con materia orgánica. A) Lámina delgada con nicoles cruzados de la pieza SM-1125 mostrando materia vegetal de morfología muy fina y alargada. B) Lámina delgada de la pieza SM-971 mostrando materia orgánica grafitizada que conserva la forma en la huella en negativo. Observar la presencia de tallos finos y otros gruesos en la muestra (PPL).....620
- Figura 233. Microfotografías de pastas con materia orgánica. A) Lámina delgada con nicoles cruzados de la pieza SM-970 mostrando una huella en negativo de materia vegetal con un nudo en la parte superior. B) Lámina delgada de la pieza SM-472 mostrando una fibra de materia orgánica grafitizada que conserva la forma original en la huella en negativo y también los nudos del tallo.....620
- Figura 234. Microfotografías con binocular mostrando una ordenación laminar de la materia orgánica paralela a las superficies. A) Pieza TSF-239. B) Pieza TSF-352.....621
- Figura 235. Microfotografías con binocular mostrando el aspecto de la materia orgánica en superficie de las vasijas. A) TSB-1/294, B) TSB-6/87 donde se puede observar estrías en una de las improntas de huella en negativo de materia orgánica.....621
- Figura 236. Microfotografías de material de cubierta con materia orgánica. A) Lámina delgada mostrando huellas en negativo de materia vegetal (PPL). B) Materia orgánica de gran tamaño en la misma muestra observada con binocular.....623
- Figura 237. Microfotografías de láminas delgadas. A) Pieza SM-181 bajo nicoles cruzados y filtro mostrando cuarzo monocristalino (azul) y una inclusión policristalina en una matriz muy porosa con abundantes peloides. B) Pieza SM-362 con nicoles de cruzados mostrando un alga coralina formando una inclusión de calcita micrita de forma redondeada.....626

- Figura 238. A) Microfotografía de una lámina delgada de la pieza TSB-7/159 ° mostrando una matriz sin calcita y compuesta básicamente por cuarzo monocristalino subangular y sub-redondeado donde se observan inclusiones de tamaño seriado y algunas pocas inclusiones aisladas de mayor tamaño así como materia orgánica (PPL). B) Microfotografía de una lámina delgada de la pieza TSB-17/23 mostrando una matriz sin calcita y compuesta por abundante cuarzo monocristalino subangular y sub-redondeado de tamaño seriado.....629
- Figura 239. Histograma mostrando una distribución bimodal de los granos minerales de la pieza TSB-7/159 según el porcentaje que ocupan en la matriz los diferentes intervalos de tamaño detectados con análisis de imagen y binocular.....629
- Figura 240. Microfotografías de láminas delgadas de piezas con chamota. A) Pieza SM-659 mostrando fragmentos de cerámica triturada desgrasada con calcita cristalina (PPL). B) Pieza CLG-149 con nicoles de cruzados mostrando fragmentos oscuros e isotrópicos de cerámica triturada diseminados por la pasta.....631
- Figura 241. Microfotografías de láminas delgadas con nicoles cruzados mostrando diferentes tipos de rocas. A) Roca caliza en la pieza SM-140, B) caliza arenosa en la pieza SM-181, C) caliza con cristalización de calcita microespática en la pieza TSB-9/14. D) Fragmento de roca caliza ferruginosa en la pieza TSB-6/73.....633
- Figura 242. Microfotografías de láminas delgadas con nicoles cruzados mostrando diferentes tipos de rocas. A y B) Fragmentos de arenisca en las piezas TSB-6/65 y SM-362, C) fragmento de roca silícea policristalina en la pieza TSB-17/23, D) fragmento de arenisca calcárea en la arcilla del Paleógeno del *Turó de les Abelles*.....634

- Figura 243. Microfotografías de: A) Lámina delgada mostrando una matriz abigarrada en la pieza SM-138 (PPL). B) Lámina delgada con nicoles cruzados mostrando arcillas de diferente coloración en la pieza SM-140. C) Lámina delgada con nicoles cruzados mostrando nódulos de argilitas en la pieza SM-1125. D) Lámina delgada mostrando una matriz arcillosa abigarrada en la pieza TSB-2/41 (PPL). E y F) Láminas delgadas con nicoles cruzados mostrando foraminíferos en la matriz arcillosa, a la derecha foraminífero bentónico rotárido en la pieza SM-138. G y H) Aspecto con binocular de las pesas de telar del *Turó de les Abelles* donde se intercalan arcillas de distinta coloración.....639
- Figura 244. Hipótesis de probables recursos minerales locales explotados en la zona de Porto Colom para confeccionar cerámicas y material de construcción.....639
- Figura 245. Hipótesis de probables recursos minerales locales explotados en la zona de *Santa Ponça* para confeccionar cerámicas.....640
- Figura 246. Dibujo de la pesa de telar TSB-4/43 con una morfología lenticular (Camps y Vallespir 1998) y fotografía de la misma pesa (Foto: J. García Rosselló).....647
- Figura 247. Sección de una cerámica mostrando los distintos anillos de arcilla que configuran la pared de la vasija y distintos tipos de juntas entre anillos (Fuente: Gibson y Woods 1990).....650
- Figura 248. Microfotografías de láminas delgadas con nicoles cruzados mostrando fracturas perpendiculares a la pared de las piezas donde los desgrasantes están orientados de forma paralela a la fractura originada en las piezas SM-468 (A) y SM-1125 (B).....650
- Figura 249. Fotografías señalando macro-trazas en cerámicas postalayóticas de *Son Ferrer*. A) Mostrando los distintos anillos de arcilla que conforman un borde B) Junta ahuecada de un rulo en forma de V invertida (Fotografías: J. García Rosselló).....651
- Figura 250. Microfotografías de láminas delgadas con nicoles cruzados mostrando la orientación de los anti-plásticos ordenados de forma paralela a las superficies de la cerámica como consecuencia de la presión ejercida por los alfareros durante el modelado A) SM-473, B) SM-468.....653

- Figura 251. Microfotografías de A) pieza TSF-467 observada con binocular mostrando la junta de dos anillos donde se puede observar la orientación diferencial de los desgrasantes minerales y vegetales en el punto de unión. B) Pieza SM-971 en lámina delgada con nicoles cruzados mostrando una fractura perpendicular a las paredes de la pieza relacionada con el punto de unión de dos *columbines* de arcilla.....653
- Figura 252. Gráficos mostrando las curvas de secado de: A) Arcilla del Paleógeno (T) frente a la *terra rossa* de Pòrtol (G). B) Arcilla del Paleógeno (T) frente a la arcilla del Pleistoceno de Magalluf (M).....659
- Figura 253. Imágenes obtenidas con SEM mostrando la micro-estructura de piezas ricas en calcita cristalina con abundantes micro-poros en toda la matriz: A) Pieza SM-665 (50x). B) Pieza SM-138.....662
- Figura 254. Curvas de secado de las muestras experimentales realizadas con arcilla sin desgrasar, desgrasada con calcita cristalina, materia vegetal y ambos desgrasantes.....664
- Figura 255. Microfotografía con binocular mostrando restos de pintura de color negro aplicada antes de la cocción en la pieza TSB-7/32, obsérvense las bandas estriadas que sugieren la aplicación con algún tipo de pincel o fibras orgánicas.....668
- Figura 256. Microfotografías mostrando engobes detectados en las piezas cerámicas. A) Lámina delgada con nicoles cruzados de la pieza CLG-149 mostrando un engobe fino de color rojizo que rellena los poros de la superficie. B) Superficie externa de la pieza CLG-149 observada con binocular. C) Lámina delgada con nicoles cruzados de la pieza CLG-2664 con una fina capa de engobe rojizo muy degradado. D) Superficie externa de la pieza CLG-2664 observada con binocular, mostrando un engobe de color rojo muy mal conservado.....673
- Figura 257. Microfotografías mostrando engobes detectados en las piezas cerámicas. A) Lámina delgada con nicoles cruzados de la pieza TSB-7/33 con un engobe muy fino de color claro, B) Lámina delgada con nicoles cruzados de la pieza SM-659 mostrando un engobe de las mismas características que el anterior C) Lámina delgada con nicoles cruzados de la pieza SM-625 mostrando una estratificación de las capas de arcilla aplicadas D) Lámina delgada con nicoles cruzados de la pieza SM-325 mostrando una estratificación de las capas de arcilla aplicadas.....674

Figura 258. Composición química cualitativa del engobe de la pieza CLG-149 determinada mediante Espectro SEM-EDX.....	674
Figura 259. Imágenes SEM-BSEI de los engobes analizados y su diferenciación respecto a las matrices de la cerámica A) CLG-149, B) SM-642, C) SM-625, D) TSB-6/87, E) SM-659, F) SM-325.....	675
Figura 260. Composición química básica de los engobes respecto a las matrices determinadas mediante SEM-EDX A) CLG-149 B) TSB-6/87, C) SM-642 D) SM-625 E) SM-659 F) SM-325.....	676
Figura 261. Microfotografías de secciones cerámicas mostrando aplicaciones arcillosas de superficie consistentes en engobes gruesos con algunos anti-plásticos. A) Pieza SM-325 observada con binocular y mostrando una franja arcillosa de color claro y de textura diferenciada con la matriz. B) Lámina delgada con nicoles cruzados de la Pieza SM-325 mostrando el engobe de la figura anterior. C) Pieza SM-659 observada con binocular y mostrando una franja arcillosa de color gris claro y de textura diferenciada con la matriz. D) Lámina delgada de la Pieza SM-659 mostrando el engobe de la figura anterior (PPL). E) Pieza SM-180 observada con binocular y mostrando una franja arcillosa de color y textura diferenciada con la matriz. F) Lámina delgada de la Pieza SM-180 mostrando el engobe de la figura anterior (PPL).....	679
Figura 262. Microfotografías con binocular de secciones cerámicas mostrando algunos de los engobes identificados con una coloración y/o una textura diferenciada de la matriz. A) SM-970, B) SM-971, C) TSB-5/20, D) TSB-6/82, E) TSB 9/90, F) TSB-9/91.....	680
Figura 263. Histogramas comparando la textura de las matrices y los engobes determinada mediante análisis de imagen en base al porcentaje que ocupan en la matriz los distintos intervalos de tamaño. A) SM-970, B) SM-971, C) TSB-5/20, D) TSB-6/82.....	681
Figura 264. Fotografías de la aplicación arcillosa constatada sobre las vasijas A y B) TSB-17/23. C y D) TSB 9/80. (Fotografías: J. García Rosselló).....	683
Figura 265. Microfotografía con binocular de una sección cerámica donde se puede observar la aplicación constatada en la pieza TSB-9/80 y su aspecto completamente diferenciado del observado en la matriz cerámica.....	684

- Figura 266. Difractogramas de rayos X (muestra total) mostrando la composición mineralógica de la cerámica (azul) y de la aplicación arcillosa en la superficie (rojo) de la pieza TSB-9/80. Observar la presencia de un pico más intenso de ilita y de calcita en la arcilla aplicada.....684
- Figura 267. Microfotografía con binocular de la pieza TSF-208 mostrando los efectos del modelado y el alisado de las superficies en la orientación de los desgrasantes.....685
- Figura 268. Microfotografías tomadas con binocular mostrando los brillos metálicos causados por bruñidos de la superficie en las piezas A) TSF-352 y B) TSF-459.....686
- Figura 269. Microfotografías con binocular mostrando trazas paralelas a consecuencia del espatulado sobre la superficie de las piezas A) TSF-326 y B) SM-697.....687
- Figura 270. Patrón experimental ATD-TGV mostrando el comportamiento de un compuesto con 80% calcita y 20% de dolomita. Obsérvese la presencia de un pico endotérmico y la descomposición de los minerales a 809°C. (Patrón cortesía del Dr. Joan Cifre, Laboratorio de Propiedades Físicas y Metrología, UIB)....695
- Figura 271. Gráfico ATD-TGV mostrando el comportamiento termométrico de la muestra experimental desgrasada con calcita.....696
- Figura 272. Fotografía de un fragmento cerámico recocido a 1000 °C durante una hora y pulverizado de forma natural tras 24 horas de exposición a temperatura y humedad ambiente (Foto: J. García Rosselló).....697
- Figura 273. Difractogramas de rayos X mostrando la evolución de las fases minerales observadas en la pieza TSF-236 y los cambios que experimenta ésta con el calentamiento, nótese la incipiente descomposición de los filosilicatos, y de la calcita desde 700 °C, y la aparición de un pico vinculado al óxido de calcio a 800 °C.....700
- Figura 274. Fases de alta temperatura documentadas en la re-cocción de la muestra TSF-239 a 950 °C con DRX y cámara de alta temperatura, la presencia de platino se relaciona con el porta-muestras utilizado.....702
- Figura 275. Evolución de las fases minerales documentadas en la re-cocción experimental de la muestra TSF-239 con DRX y cámara de alta temperatura..702

- Figura 276. Curva ATD-TGV mostrando el comportamiento térmico de la pasta experimental desgrasada con materia vegetal. Observar la presencia de dos picos endotérmicos a 362 y 503 °C ligados a la oxidación de la materia orgánica.....710
- Figura 277. Gráfico de Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC, atmósfera de nitrógeno) mostrando el comportamiento térmico de la pasta experimental desgrasada con materia vegetal. Obsérvese la presencia de un pico endotérmico entre 250-300 °C ligado a la descomposición de la materia orgánica que no aparece en los análisis efectuados en las otras pastas experimentales.....710
- Figura 278. Gráfico de Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC, atmósfera de nitrógeno) de la muestra de arcilla sin desgrasante vegetal. Obsérvese la escasa incidencia del pico endotérmico entre 250-300°C.....711
- Figura 279. Ubicación de las piezas analizadas dentro del diagrama ternario termodinámico del sistema CaO-Al₂O₃-SiO₂ (datos normalizados a 100%).....718
- Figura 280. Imágenes de la micro-estructura con superficies lisas y puntos de fusión suaves y redondeados de las piezas con fases de alta temperatura observadas con SEM. A) CLG-2795, B) CLG-2430.....721
- Figura 281. Difractogramas de DRX (muestra total) mostrando las fases de alta temperatura identificadas. A) CLG-2795, B) CLG-2430.....722
- Figura 282. Difractogramas de DRX (muestra total) representativo de cerámicas sin fases de alta temperatura con picos muy intensos de calcita. A) TSF-236, B) CLG-154.....724
- Figura 283. Imagen tomada con SEM de la micro-estructura de la pieza (CLG-154) mostrando un grado de sinterización muy inicial de la matriz arcillosa (<800 °C).....726
- Figura 284. Microfotografías de láminas delgadas con nicoles cruzados. A) Pieza SM-1351 donde se observan cristales de calcita supra-alterada en el margen externo del corte transversal y alterados en la zona del núcleo. B) Pieza CLG-2664 con cristales de calcita en un estadio alterado. C) Pieza SM-325 con cristales de calcita alterados térmicamente. D) Pieza CLG-149 con cristales de calcita supra-alterados. E) Pieza SM-665 mostrando cristales de calcita alterados. F) Imagen BSEI-SEM mostrando la estructura laminar de los filosilicatos de la pieza SM-665 con una matriz sin vitrificar (1700x).....728

Figura 285. Microfotografías de láminas delgadas con nicoles cruzados donde se puede observar A) cristales de calcita cristalina translúcidos e inalterados (CLG-1233). B) Colores de polarización y bandeo composicional en un cristal de calcita de la pieza SM-1125.....	730
Figura 286. Difractogramas de DRX (muestra total) mostrando picos muy bien conservados de filosilicatos. A) Picos de ilita-moscovita en la pieza TSB-1/297. B) Picos de ilita-moscovita y montmorillonita en la pieza TSB-6/65.....	731
Figura 287. Microfotografías de láminas delgadas mostrando desgrasante vegetal grafitizado en las pastas cerámicas (PPL). A) TSB-9/81, B) TSB-6/82, C) TSB-1/300, D) SM-246.....	733
Figura 288. Estructura de combustión de <i>Son Matge</i> presuntamente asociada a la cocción de cerámicas (Fuente: Waldren 1982).....	734
Figura 289. Porcentaje de piezas analizadas según las distintas posibilidades de transiciones cromáticas observadas en la sección. Observar la predominancia de cocciones reductoras (54%).....	739
Figura 290. Porcentaje de piezas analizadas según las distintas posibilidades de transiciones cromáticas observadas en la sección de las cerámicas sintetizadas en cuatro grupos básicos. Observar la predominancia de cocciones reductoras (59%).....	739
Figura 291. Diagrama de cajas mostrando la atmósfera de cocción básica de las piezas según el porcentaje de CaO, Fe ₂ O ₃ y materia vegetal. Observar, a pesar de la amplia dispersión de los valores, cierta tendencia hacia una mayor concentración de pastas vegetales con la sección reducida y pastas ricas en hierro las secciones oxidadas. También observar como las concentraciones de CaO no se muestran en función del tipo de atmósfera utilizada en la cocción.....	740
Figura 292. % de CaO según atmósfera de cocción predominante en las muestras con menos de 3% de materia orgánica. Observar la alta presencia de CaO independientemente de la atmósfera de cocción.....	744

- Figura 293. A) Gráfico de barras mostrando el número de piezas con <3% de materia orgánica adscritas a cada atmósfera de cocción según la cronología de las cerámicas. Observar el predominio evidente de cocciones reductoras durante el Bronce Final y época Talayótica así como el incremento de las oxidantes en el Postalayótico I. B) Gráfico mostrando la dispersión de piezas cocidas en ambientes oxidantes según cronología. Observar el predominio de piezas postalayóticas entre las piezas que han presentado cocciones oxidantes, escasa cantidad de materia orgánica (<3%) y altas cantidades de CaO.....745
- Figura 294. Diagrama de cajas mostrando la atmósfera de cocción predominante en piezas con >3% de materia orgánica en función del % de Materia vegetal y % Fe₂O₃. Observar una media más alta de Fe₂O₃ en piezas oxidadas y el incremento de materia orgánica en piezas de tendencia reductora.....752
- Figura 295. Porcentaje de piezas con atmósfera oxidante en función de la cronología. Observar el incremento de piezas cocidas en atmósfera oxidante en época postalayótica.....753
- Figura 296. Microfotografías con binocular A) Pieza SM-484, representativa de los rasgos de la Sub-fábrica 1.1 y B) Pieza SM-468 asociada a la Sub-fábrica 1.2.....770
- Figura 297. Número de piezas de la Fábrica 1 adscritas a cada uno de los Grupos Texturales.....770
- Figura 298. Fotografía con varias piezas cerámicas asociadas a la Fábrica 1.1. (TSF-1082, TSF-TSF-1122, TSF-1090) (Foto: J. García Rosselló).....771
- Figura 299. Fotografía de una pieza cerámica asociada a la Fábrica 1.2. (SM-103) (Foto: J. García Rosselló).....772
- Figura 300. Microfotografías con binocular de las piezas TSB-1/294 (A) y TSB-2/42 (B), representativas de los rasgos de la Fábrica 2.1. Observar la textura fina con escasos antiplásticos, núcleos reducidos y márgenes oxidados de color rojo intenso.....775
- Figura 301. Número de piezas de la Fábrica 2 adscritas a los distintos Grupos Texturales.....776
- Figura 302. Fotografías de varias piezas cerámicas asociadas a la Fábrica 2. A) TSB-2/40 y B) TSB-9/81. (Fotos: J. García Rosselló).....776

Figura 303. A) Microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSF-235 representativa de los rasgos de la Fábrica 3.1. B) Fotografía de la pieza TSF-353 representativa de los rasgos de la Fábrica 3. (Foto: J. García Rosselló).....	780
Figura 304. Número de piezas de la Fábrica 3 adscritas a Grupos Texturales.....	780
Figura 305. A) Microfotografías con binocular de las piezas TSF-1048 y TSF-264 representativas de los rasgos de la Fábrica 4.....	781
Figura 306. Microfotografías con binocular de las piezas TSB-7/10 (A) y TSB-6/87 (B) representativas de los rasgos de la Fábrica 5, observar la presencia de fases postdeposicionales filtradas por los poros en la matriz.....	783
Figura 307. Microfotografía con binocular de la pieza CLG-2430 representativa de los rasgos de la Fábrica 6.....	785
Figura 308. Microfotografías con binocular de la pieza TSF-229 (A y B) representativa de los rasgos de la Fábrica 7.....	786
Figura 309. Microfotografías con binocular A) pieza TSF-239 y B) TSB-7/33, representativas de los rasgos de la Fábrica 8.....	788
Figura 310. Fotografías de dos piezas de perfil completo de la Fábrica 8, A) TSF-237 y B) TSF-240.....	788
Figura 311. Microfotografías con binocular A) CLG-154 y B) CLG-149, representativas de los rasgos de la Fábrica 12.....	791
Figura 312. A) Microfotografía con binocular mostrando la pasta de la pieza CLG-2755 donde pueden observarse fragmentos de roca. B) Lámina delgada con nicoles cruzados de la misma pieza mostrando un cristal de plagioclasas.....	793
Figura 313. Histograma mostrando la textura bimodal de la pieza CLG-2755 asociada a la presencia de rocas aisladas de tamaño importante en la pasta.....	793
Figura 314. Microfotografías con binocular A) pieza SM-140 y B) SM-180, representativas de los rasgos de la Fábrica 14.....	795
Figura 315. A) Microfotografía con binocular mostrando la pasta de la pieza SM-659 y B) Lámina delgada con nicoles cruzados de la misma pieza mostrando un fragmento de cerámica triturada.....	796
Figura 316. Microfotografías con binocular A) pieza TSB-6/73 y B) TSB-17/23, representativas de los rasgos de la Fábrica 16.....	798
Figura 317. Fotografía de la pieza TSB-17/23 mostrando el aspecto de una pieza de la Fábrica 16. (Foto: J. García Rosselló).....	799

Figura 318. Dispersión de las variables contempladas en el análisis ACP en el primer y segundo componente.....	804
Figura 319. Gráfico de dispersión mostrando la distribución de los distintos casos según las puntuaciones obtenidas en los componentes 1 y 2 y las distintas fábricas. A pesar de existir cierto solapamiento, en círculo discontinuo se señalan las principales tendencias que se observan dentro de cada una de las principales fábricas establecidas.....	805
Figura 320. Gráficos de dispersión mostrando la distribución de las distintos casos en base a la fábrica y según A) % de CaO y % Vegetal, observar la diferenciación entre la Fábrica 1 y 3% y B) % CaO y % de Fe ₂ O ₃ , observar la distinción entre las Fábricas 1 y 3 con la Fábrica 2.....	806
Figura 321. A) Dendrograma mostrando las agrupaciones y familias establecidas. B) Gráfico ACP mostrando las tendencias en los componentes 1 y 2 de las variables contempladas en el análisis clúster. C) Gráfico ACP mostrando la dispersión de las piezas en función de las puntuaciones obtenidas en los componentes 1 y 2 y según las agrupaciones obtenidas en el análisis clúster.....	861
Figura 322. Gráfico mostrando la dispersión de las variables utilizadas en el ACP en el primer y segundo componente.....	882
Figura 323. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas de la Familia I según puntuaciones obtenidas en los componentes 1 y 2 del ACP y en función de los tipos identificados.....	883
Figura 324. Dibujo de la pieza TSB-9/91 (Camps y Vallespir 1998) y microfotografía con binocular de la pasta mostrando una distribución heterogénea de los desgrasantes así como una gran traza vegetal.....	885
Figura 325. Microfotografías con binocular de la pasta de las piezas asociadas al Tipo 1. A) Pasta de textura muy fina en la pieza TSB-7/33. B) SM-416 mostrando una distribución heterogénea de los desgrasantes.....	885
Figura 326. Dibujo de la pieza TSB-9/90 (Camps y Vallespir 1998) y microfotografía con binocular de la pasta de la pieza mostrando una distribución heterogénea.....	886
Figura 327. Dibujos de las piezas TSF-1078 (A) y TSF-56 (B) con sus correspondientes microfotografías con binocular de la pasta de las piezas mostrando una distribución heterogénea de los desgrasantes.....	888

Figura 328. A) Dibujo de la pieza TSB-17/29 (Dibujo: J. García Rosselló) y microfotografía con binocular de la pasta de la pieza. B) Dibujo de la pieza TSF-242 y fotografía del aspecto de la pieza (Foto: J. García Rosselló).....	889
Figura 329. Perfiles y microfotografías con binocular de la pasta y de las piezas del Tipo 5. A) Pieza TSB-8/32, B) TSB-6/66 y C) TSB-2/42. Observar las diferencias texturales entre la primera y las dos últimas piezas (Dibujos: Camps y Vallespir 1998).....	891
Figura 330. Gráfico mostrando la dispersión de las variables utilizadas en el ACP en el primer y segundo componente.....	892
Figura 331. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas de la Familia II en función de las puntuaciones obtenidas en los componentes 1 y 2 del ACP y marcadas según tipo.....	893
Figura 332. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta de la piezaTSF-8, mostrando una ordenación muy heterogénea de los desgrasantes.....	894
Figura 333. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas del Tipo 7 según puntuaciones obtenidas para los componentes 1 y 2 del ACP y marcadas en función de los distintos subtipos.....	896
Figura 334. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta de la piezaSM-140, mostrando una sección oxidada muy compacta con abundantes desgrasantes de tamaño medio con una ordenación muy homogénea (Dibujo: García Rosselló y Quintana 2003).....	899
Figura 335. Perfil y microfotografías con binocular de la pasta de las piezas A) TSF-1090 y B) TSF-229, mostrando una sección reducida con abundantes desgrasantes de tamaño grueso-medio con una ordenación muy homogénea...	899
Figura 336. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-6/87, mostrando una sección oxidada muy porosa con abundantes escasos desgrasantes (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).....	901
Figura 337. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-1/299, mostrando una sección muy heterogénea con desgrasantes minerales mal ordenados en tamaño y pobremente distribuidos (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).....	902
Figura 338. Perfil y microfotografías con binocular de la pasta de la pieza TSB-6/72, mostrando una pasta fina relativamente bien preparada y sección prácticamente oxidada (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).....	904

- Figura 338. Perfil y microfotografías con binocular de pastas del Subtipo 7.4 mostrando secciones reducidas y texturalmente muy heterogéneas, con los desgrasantes pobremente distribuidos de las piezas A) TSB-2/41, B) TSB-1/300, C) TSF-317, D) Perfil y fotografía de la pieza TSB-6/61 (Dibujos A, B y D: Camps y Vallespir 1998, fotografía: J. García Rosselló).....905
- Figura 339. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-6/65 con escaso desgrasante mineral y desgrasante orgánico pobremente distribuido (Dibujo Camps y Vallespir 1998).....907
- Figura 340. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-2/40 con escaso desgrasante mineral y desgrasante orgánico pobremente distribuido en la matriz (Dibujo Camps y Vallespir 1998).....907
- Figura 341. Perfil y microfotografías con binocular pastas del Subtipo 7.8 con una cantidad media de calcita cristalina. A) Pieza oxidada, compacta y con escasa materia orgánica SM-138 (Dibujo: García Rosselló y Quintana 2003). B) TSF-326, pasta rica en materia orgánica.....909
- Figura 342. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta de la pieza TSB-6/73 con una matriz oxidada, compacta y sin desgrasante mineral y orgánico (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).....910
- Figura 343. Perfil y microfotografías con binocular pastas del Tipo 11, ricas en calcita cristalina y cocidas en atmósfera reductora A) TSF-58. B) TSF-59.....912
- Figura 344. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta calcárea muy fina y rica en materia orgánica de la pieza TSF-1048 asociada al Tipo 12.....913
- Figura 345. Perfil y microfotografías con binocular de vasijas del Tipo 14. A) Pieza TSF-408 mostrando una pasta muy compacta, poco calcárea y rica en cuarzos. B) Pieza SM-796 mostrando una pasta calcárea, rica en calcita cristalina y cocida en atmósfera reductora.....915
- Figura 346. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta calcárea sin materia orgánica y con cantidad media/alta de desgrasante mineral de tamaño submilimétrico de la pieza TSF-1104 asociada al Tipo 16.....917
- Figura 347. Perfil y microfotografía con binocular de la pasta poco calcárea, con una alta cantidad de materia orgánica y una textura muy fina sin desgrasante mineral de la pieza TSB-7/159 (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).....918

Figura 348. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza SM-660 mostrando una pasta compacta moderadamente porosa y con una textura gruesa donde predomina la calcita cristalina cocida en atmósfera reductora con final oxidante.....	919
Figura 349. Distribución en el primer y segundo componente de las variables comprendidas en el análisis ACP.....	921
Figura 350. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas de la Familia VII según puntuaciones obtenidas en el primer y segundo componente y marcadas en función del tipo (azul: Tipo 19; verde: Tipo 20).....	921
Figura 351. Perfil y microfotografías con binocular de la pieza TSB-17/23 mostrando una pasta oxidada, compacta, poco porosa y con una textura fina donde predomina el cuarzo (Dibujo: J. García Rosselló).....	923
Figura 352. Perfil y microfotografías con binocular de las piezas de la producción TSB-A3 del Subtipo 19.1 mostrando una pasta ferruginosa, reducida y porosa, con predominio del desgrasante vegetal y una cantidad variable de mineral A) pieza TSB-17/25 mostrando una pasta muy porosa y fina con sólo unos pocos cristales de calcita. B) Pieza TSB-6/80 con una alta porosidad abierta que ha favorecido el incremento de fases postdeposicionales en la pasta. C) Pieza TSB-9/84 mostrando una pasta con un ligero incremento en la cantidad de calcita cristalina.....	925
Figura 353. Perfil y microfotografías con binocular de la pieza TSB-6/79 mostrando una pasta parcialmente oxidada, compacta, poco porosa y con una textura gruesa donde predomina la calcita cristalina (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).....	926
Figura 354. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSF-1100 mostrando una pasta de tendencia reductora, compacta, moderadamente porosa y con una textura gruesa donde predomina la calcita cristalina de tamaño submilimétrico.....	927
Figura 355. Perfil y microfotografías con binocular de las piezas del Subtipo 20.1 mostrando una pasta porosa, con predominio del mineral y una cantidad variable de vegetal. A) Pieza TSB-1/295 (Dibujo: Camps y Vallespir 1998). B) Pieza TSF-252.....	929

Figura 356. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza SM-180 mostrando una pasta de tendencia reductora, compacta, poco porosa y con una textura gruesa donde predominan rocas calcáreas de tamaño submilimétrico y un engobe grueso (Dibujo: García Rosselló y Quintana 2003).....	931
Figura 357. Perfil y microfotografías con binocular de las piezas del Subtipo 21.1 mostrando una pasta porosa, con predominio del vegetal y una cantidad variable de mineral. A) Pieza TSB-5/20 con algún fragmento de roca (Dibujo: Camps y Vallespir 1998). B) Pieza TSF-239 mostrando una matriz fina con sólo algunas arenas.....	934
Figura 358. Perfil y microfotografías con binocular de las piezas del Subtipo 21.2 mostrando una pasta reducida, muy porosa y desgrasada básicamente con materia vegetal. A) Pieza TSF-234. B) Pieza TSF-264.....	935
Figura 359. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSF-352 mostrando una pasta reducida, muy porosa y desgrasada con abundante materia vegetal.....	937
Figura 360. Gráfico mostrando la dispersión de las variables utilizadas en el ACP de la Familia IX.....	938
Figura 361. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas de los tipos de la Familia IX según puntuaciones obtenidas para los componentes 1 y 2 del ACP y marcadas en función de los distintos subtipos (azul: Tipo 22; verde: Tipo 23; negro: Tipo 24).....	939
Figura 362. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSF-244 mostrando una pasta reducida, con los márgenes oxidados y con engobe, muy porosa y desgrasada con materia vegetal mal distribuida por la matriz.....	941
Figura 363. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-9/81 mostrando una pasta reducida con engobe, la pasta es muy porosa y desgrasada con materia vegetal (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).....	942
Figura 364. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-6/81 mostrando una pasta reducida muy poco homogeneizada y con los desgrasantes mal distribuidos (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).....	943
Figura 365. Perfil y microfotografías con binocular de piezas del Tipo 23 ricas en cuarzo mostrando una pasta fina, reducida, muy porosa y desgrasada básicamente con materia vegetal. A) Pieza TSF-237. B) Pieza TSF-240, observar la pobre distribución de los desgrasantes.....	946

Figura 366. Perfil y microfotografías con binocular de piezas del Tipo 23. A) Pieza TSF-236 mostrando una pasta rica en mineral relativamente homogeneizado en tamaño y vegetal donde los desgrasantes se observan muy mal distribuidos por la matriz. B) Pieza TSF-231 con una pasta fina, reducida, muy porosa y desgrasada básicamente con materia vegetal con fases postdeposicionales en los poros de la superficie interna.....	947
Figura 367. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-9/14 mostrando una pasta fina reducida, muy porosa y desgrasada básicamente con materia vegetal (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).....	948
Figura 368. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-1/294 mostrando una pasta fina reducida, muy porosa y desgrasada básicamente con materia vegetal (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).....	950
Figura 369. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSF-1082 mostrando una pasta reducida, compacta y desgrasada con cantidades moderadas de calcita cristalina de tamaño medio.....	951
Figura 370. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSF-353 mostrando una pasta reducida con los márgenes oxidados y con engobe, los desgrasantes, mineral de tamaño medio y vegetal se ordenan de modo diferencial en la matriz.....	954
Figura 371. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-1/296 mostrando una pasta reducida con el margen externo fino oxidado donde los desgrasantes, mayoritariamente rocas calizas, están mal ordenados en tamaño. La matriz presenta escasa materia vegetal (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).....	955
Figura 372. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSF-238 mostrando una pasta reducida con los márgenes oxidados, con una cantidad alta de materia vegetal y media de mineral, los desgrasantes se encuentran pobremente distribuidos por la matriz.....	956
Figura 373. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSF-235 mostrando una pasta reducida, con una cantidad alta de materia vegetal y media-baja de mineral, los desgrasantes se encuentran pobremente distribuidos por la matriz.....	958
Figura 374. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-5/19 mostrando una pasta fina, reducida, muy porosa y desgrasada, básicamente, con materia vegetal (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).....	959

Figura 375. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-9/80 mostrando una pasta compacta, prácticamente oxidada y con una cantidad media/alta de desgrasante mineral de tamaño medio/grueso y escasa materia orgánica (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).....	961
Figura 376. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-6/82 mostrando una pasta rica en hierro con cantidades medias de desgrasante vegetal y mineral y engobes en las superficies (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).....	962
Figura 377. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza SM-103 mostrando una pasta muy compacta y oxidada con una cantidad alta de desgrasante mineral (Dibujo: García Rosselló y Quintana 2003).....	963
Figura 378. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza SM-1351, pasta muy compacta, reducida y con cantidades altas de desgrasante mineral.....	966
Figura 379. Perfil y microfotografías con binocular de grandes contenedores no clasificados en ningún tipo. A) Pieza TSF-464 y B) pieza TSF-459 mostrando unas pastas con cantidades medias de desgrasante vegetal y mineral.....	968
Figura 380. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSF-57 mostrando una pasta rica en cuarzo muy compacta sin vegetal y cocida en ambiente reductor.....	968
Figura 381. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-7/32 mostrando una pasta oxidada, rica en hierro, con cantidades altas de desgrasante vegetal y medias de mineral (Dibujo: Camps y Vallespir 1998).....	969
Figura 382. Perfil y microfotografía con binocular de la pieza TSB-1/300 mostrando una pasta rica en hierro con cantidades medias de desgrasante vegetal y mineral (Dibujo: J. García Rosselló).....	969
Figura 383. Fotografías de piezas de piezas con diferentes formas básicas y tamaños asociadas a la Fábrica 1. A) TSF-1090, B) SM-1351, C) TSF-1082 y D) SM-103. (Fotografías: J. García Rosselló).....	974
Figura 384. Fotografías de piezas de piezas con diferentes formas básicas y tamaños asociadas a la Fábrica 3. A) TSB-9/90, B) TSB-5/19, C) TSB-9/91 y D) TSB-2/41. (Fotografías: J. García Rosselló).....	975
Figura 385. Fotografías de piezas de piezas con diferentes formas básicas y tamaños asociadas a la Fábrica 2. A) TSB-2/40, B) TSB-6/72, C) TSB-6/82, D) TSB-9/80, E) TSB-9/84, F) TSF-242 (Fotografías: J. García Rosselló).....	976

Figura 386. Gráfico de barras mostrando las distintas producciones químicas asociadas a cada una de las familias.....	977
Figura 387. Gráfico de barras mostrando las distintas producciones químicas asociadas a cada uno de los tipos.....	978
Figura 388. Gráfico de barras mostrando las distintas fábricas utilizadas en la producción de las formas básicas.....	979
Figura 389. Grupos texturales consignados en vasijas postalayóticas en función de la familia.....	981
Figura 390. A) Trazas en la superficie de la pieza TSF-1082 B) Estructura de combustión en los exteriores de la Torre III (UE-138) con la pieza cerámica SM-1351 asociada y manchada de hollín.....	985
Figura 391. Esquema mostrando los factores que determinan los rasgos de los artefactos cerámicos en relación a los procesos de función y uso (Vidal 2008, Fig. 3).....	990
Figura 392. Tabla publicada por B. Mills (1989) en la que puede observarse el periodo de uso de vasijas asociadas a distintas funciones en varias comunidades etnográficas.....	993
Figura 393. Dispersión de las variables contempladas en el análisis ACP en el primer y segundo componente.....	1000
Figura 394. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas cerámicas según las puntuaciones obtenidas en el primer y segundo componente en el análisis ACP y agrupadas de forma desorganizada en base a la variable Familia.....	1001
Figura 395. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas cerámicas según las puntuaciones obtenidas en el primer y segundo componente en el análisis ACP y agrupadas de forma desorganizada en la variable Tipo.....	1001
Figura 396. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas cerámicas según puntuaciones obtenidas en el análisis ACP en el primer y segundo componente y relativamente agrupadas según el yacimiento, el ámbito del mismo al que se adscriben y la cronología.....	1004
Figura 397. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas cerámicas según las puntuaciones obtenidas en el análisis ACP en el primer y segundo componente y relativamente agrupadas según el yacimiento.....	1005
Figura 398. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas cerámicas según puntuaciones obtenidas en el análisis ACP en el primer y segundo componente y agrupadas de forma relativamente organizada en la variable cronología.....	1005

Figura 399. Imagen de la pieza TSF-244 con restos de huesos asociados a individuos infantiles en el momento de su excavación (Fotografía: Laboratorio de Prehistoria UIB).....	1007
Figura 400. Fotografías de piezas del turriforme escalonado de <i>Son Ferrer</i> utilizadas como contenedores de enterramiento infantil. A) TSF-244 B) TSF-237 C) TSF-352 D) TSF-353 E) TSF-240 (Fotografías: J. García Rosselló).....	1010
Figura 401. Media obtenida en las distintas épocas en función de variables diagnósticas utilizadas en los análisis de pastas.....	1093
Figura 402. Porcentaje de los distintos grupos texturales documentados según periodo.....	1094
Figura 403. A) Microfotografía con nicoles cruzados de una lámina delgada de la pieza CLG-149 donde puede observarse una matriz muy compacta con calcita cristalina y chamota así como un engobe en la superficie externa. B) Microfotografía con binocular de la pieza CLG-154 mostrando una matriz compacta con una cantidad moderada de anti-plásticos y con un fino engobe en la superficie externa.....	1100
Figura 404. Imágenes tomadas con SEM mostrando distintos grados de sinterización de la matriz arcillosa relacionados con la temperatura de cocción. A) Microestructura de la pieza CLG-2795 mostrando una sinterización avanzada. B) Pieza CLG-154 mostrando una microestructura con las láminas de los filosilicatos bien conservadas.....	1100
Figura 405. Algunas de las variantes tipológicas establecidas para el Bronce Antiguo mallorquín representadas por el ajuar cerámico del yacimiento de <i>Can Martorellet</i> , pueden observarse formas de base hemiesférica, vasijas de perfil en “S” y vasijas carenadas de base plana (Fuente: García Rosselló <i>et al.</i> 2007).1105	
Figura 406. Algunas de las variantes tipológicas establecidas para el Bronce Medio/Final mallorquín (Fuente: García Rosselló <i>et al.</i> 2007).....	1113
Figura 407. A) Imagen tomada con SEM mostrando la microestructura de la pieza CLG-2430 con evidencias de sinterización de la matriz. B) Microfotografía una lámina delgada (PPL) de la pieza CLG-205 mostrando una matriz arcillosa muy fina a la que se han añadido abundantes monocristales de calcita.....	1114
Figura 408. Media de SiO ₂ y CaO para las piezas analizadas de la Edad del Bronce en función de las distintas fases, observar el cambio de pastas silíceas en el Bronce Antiguo a pastas muy calcáreas en el Bronce Medio/Final.....	1115

Figura 409. Mapa mostrando la dispersión de algunos de los yacimientos, según áreas y cronologías, en los que se documentan cerámicas desgrasadas con calcita cristalina dentro del ámbito Mediterráneo.....	1118
Figura 410. Trazado del derrotero marítimo que comunica el Golfo de León con el río Ebro, el Levante Peninsular y las Islas Baleares (Fuente: Metallo 1955 en Guerrero 2007).....	1126
Figura 411. Microfotografías de láminas delgadas en nicols cruzados de piezas de la Fábrica 1 del Bronce Final. Destaca la presencia abundante de calcita cristalina con evidencias de alteración térmica A) CLG-2664, B) CLG-1594.....	1135
Figura 412. Microfotografías de láminas delgadas con nicols cruzados de piezas del Bronce Final con improntas de desgrasante vegetal y abundante de calcita cristalina A) SM-472, B) SM-1125.....	1135
Figura 413. Grupos texturales detectados en las cerámicas del Bronce Final y cantidad de muestras asociadas.....	1136
Figura 414. Fotografía y dibujo de un tonel de almacenamiento, observar el aspecto cilíndrico, el gran tamaño y la morfología de los elementos de presión. (Fuente: Museo de Manacor; Dibujo: Guerrero <i>et al.</i> 2007).....	1146
Figura 415. Medias para varias variables de las pastas cerámicas según cronología. Observar los niveles más altos de calcita, CaO y desgrasante mineral en el Bronce Final.....	1149
Figura 416. Microfotografías con binocular de dos piezas talayóticas. A) Pieza TSF-1117 mostrando una textura gruesa con abundante mineral y un núcleo reducido con algunas fibras de materia orgánica. B) Pieza TSF-1090 mostrando una pasta reducida, compacta y con abundantes cristales de calcita.....	1154
Figura 417. A) Microfotografía de una lámina delgada con nicols cruzados de la pieza talayótica SM-1351 mostrando una textura gruesa con abundante mineral, reducida, compacta y con abundantes cristales de calcita. B) Microfotografía con binocular de la Pieza SM-683 mostrando una pasta gruesa, compacta y con los márgenes oxidados.....	1154
Figura 418. Histograma realizado a partir de las calcimetrías efectuadas en cerámicas del Bronce Medio/Final y época Talayótica por W. Waldren (1991) para diversos yacimientos de las Baleares.....	1157

Figura 419. Diagrama de cajas mostrando la mediana y los valores máximos y mínimos de la variable % de CaO en las piezas de la Fábrica 1 según los diferentes periodos.	1161
Figura 420. Clasificación de tipos cerámicos adscritos a época Talayótica (Llull <i>et al.</i> 2008).....	1176
Figura 421. Gráfico de sectores mostrando las fábricas documentadas en el Postalayótico I y el porcentaje de piezas asociadas.....	1203
Figura 422. Gráfico de sectores mostrando los Grupos Texturales documentados en el Postalayótico I y el porcentaje de piezas asociadas. Observar un cambio textural respecto a las piezas de los periodos anteriores.....	1203
Figura 423. Gráfico de cajas mostrando la dispersión de los valores de las variables % de desgrasante vegetal y % de desgrasante mineral en función del yacimiento para piezas del Postalayótico I y la Fábrica 3. Observar una distribución desigual en los distintos asentamientos.....	1208
Figura 424. Imagen de un engobe en la pieza SM-642 asociada a la Fábrica 3 tomada con SEM.....	1216
Figura 425. Gráfico de dispersión de las piezas del Postalayótico en función del % de desgrasante mineral y vegetal (en volumen). Observar como las piezas más tardías muestran una clara tendencia a incorporar menor cantidad de antiplásticos minerales.....	1229
Figura 426. Medias obtenidas para los porcentajes de algunas variables de las pastas en función de la cronología, observar el descenso en las concentraciones de CaO y porcentaje mineral durante el Postalayótico II y el incremento en esta fase de las cantidades de cuarzo, materia vegetal y Fe ₂ O ₃	1230
Figura 427. Medias obtenidas para los porcentajes de algunas variables en función del yacimiento durante el Postalayótico II, observar una media mayor en <i>Son Ferrer</i> de las cantidades totales de desgrasante, desgrasante mineral y cuarzo y la mayor incidencia del Fe ₂ O ₃ en el <i>Turó de les Abelles</i>	1231
Figura 428. Histograma mostrando una distribución trimodal de los individuos del Postalayótico II en función del % de CaO. Observar como las piezas con una cantidad baja de CaO (<12%) tienen una mayor incidencia que aquellas muy calcáreas (>25%) que representaban pastas típicas de periodos anteriores.....	1232

- Figura 429. Gráfico de dispersión mostrando la distribución de las piezas según yacimiento, % CaO y % Fe₂O₃. Observar como una gran parte de las piezas del *Turó de les Abelles* aparecen claramente individualizadas.....1232
- Figura 430. Gráfico de sectores mostrando las producciones detectadas en el Postalayótico II y el porcentaje de piezas vinculadas a las mismas.....1234
- Figura 431. Dispersión de las distintas producciones del Postalayótico II en función del % Fe₂O₃ y CaO. Hay que considerar que los solapamientos que se producen son consecuencia de que el establecimiento de los Grupos de Referencia Composicional se ha realizado sin considerar el CaO.....1234
- Figura 432. Gráfico de sectores mostrando las fábricas detectadas en el Postalayótico II y el porcentaje de piezas vinculadas a las mismas.....1238
- Figura 433. Gráfico de sectores mostrando los Grupos Texturales detectados en la Fábrica 2 y el porcentaje de piezas vinculadas a los mismos.....1239
- Figura 434. Askós de factura a mano localizados en A) turriforme escalonado de *Son Ferrer* (TSF-1081) y B) *Turó de les Abelles* (TSB-6/70) (Camps y Vallespir 1998).....1290
- Figura 435. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas en el primer y segundo componente del análisis ACP en función del yacimiento en el que fueron halladas.....1320
- Figura 436. Gráfico mostrando la dispersión de las piezas en el primer y segundo componente del análisis ACP en función del ámbito del turriforme escalonado de *Son Ferrer* en el que fueron halladas.....1323
- Figura 437. Enterramientos infantiles en urna de arenisca y en ánfora realizados en un recorte del anillo inferior del turriforme escalonado de *Son Ferrer*.....1343
- Figura 438. Distribución de las piezas del *Turó de les Abelles* según las puntuaciones obtenidas en el primer y segundo componente del análisis ACP según sector al que pertenecen.....1346
- Figura 439. Planta del Sector 2 del *Turó de les Abelles* mostrando la localización de la pica de mortero y de dos de las cerámicas a mano halladas muy cerca de la misma (Planta: Camps y Vallespir 1998).....1350
- Figura 440. Planta del Sector 4 del *Turó de les Abelles* mostrando la localización del adobe y las pesas de telar situadas muy cerca de una bancada o acumulación de arcilla (Planta: Camps y Vallespir 1998).....1352

Figura 441. Planta del Sector 6 del <i>Turó de les Abelles</i> mostrando la localización de las cerámicas analizadas y su relación espacial con ánforas, muchas de ellas con el cuello seccionado (Planta: Camps y Vallespir 1998).....	1356
Figura 442. Ánforas del Sector 6 con las cerámicas de distinto tamaño asociadas a cada una de ellas. (Dibujos: Camps y Vallespir 1998).....	1357
Figura 443. Planta del Sector 8 del <i>Turó de les Abelles</i> mostrando la localización de los artefactos analizados (Planta: Camps y Vallespir 1998).....	1361
Figura 444. Planta del Sector 9 del <i>Turó de les Abelles</i> mostrando la localización de los artefactos analizados (Planta: Camps y Vallespir 1998).....	1365
Figura 445. Asociación entre vasos de importación, platos y cuencos con contenedores indígenas observada en el sector noreste de la habitación (Dibujos: Camps y Vallespir 1998).....	1366
Figura 446. Asociación en el posible almacén norte del Sector 9, en el que aparecen agrupadas dos ánforas con el cuello seccionado con contenedores indígenas, urnas y cuencos ebusitanos.....	1367
Figura 447. Distribución de las piezas de <i>Puig de Sa Morisca</i> según las puntuaciones obtenidas en el primer y segundo componente del análisis ACP según ámbito y cronología.....	1370
Figura 448. Distribución de las piezas de <i>Closos de Can Gaià</i> en el primer y segundo componente del análisis ACP según cronología y procedencia.....	1371
Figura 449. Dispersión de las piezas del Postalayótico I de <i>Puig de Sa Morisca</i> y de <i>Son Ferrer</i> en función al % de desgrasante vegetal y % de CaO. Observar la clara distribución de las piezas en base al asentamiento.....	1385
Figura 450. Dispersión de las piezas del Postalayótico I de <i>Puig de Sa Morisca</i> y de <i>Son Ferrer</i> en función al % de desgrasante vegetal y % desgrasante mineral. Observar la clara distribución de las piezas en base al asentamiento.....	1385
Figura 451. Dispersión de las piezas del Postalayótico I de <i>Puig de Sa Morisca</i> y del Postalayótico II del <i>Turó de les Abelles</i> en función al % de CaO y Fe ₂ O ₃ . Observar la clara distribución de las piezas en base al asentamiento.....	1386
Figura 452. Fábricas documentadas en la Edad del Bronce y época Talayótica asociadas al hipogeo y al ámbito ritual de <i>Son Ferrer</i> , a la fase naviforme de <i>Closos de Can Gaià</i> y a niveles del Bronce Final y época Talayótica de la Torre I y la Torre III de <i>Puig de Sa Morisca</i> . Observar la utilización de una misma fábrica en asentamientos vinculados a distintas funciones.....	1388

Figura 453. Fábricas documentadas en el Postalayótico I asociadas al ámbito funerario de <i>Son Ferrer</i> y a la Torre I del <i>Puig de Sa Morisca</i> . Observar la preferencia por usar la Fábrica 1 en el ámbito no funerario.....	1389
Figura 454. Fábricas documentadas en el Postalayótico II asociadas al ámbito funerario, a la UE-44 y la UE-62 de <i>Son Ferrer</i> y a la <i>Turó de les Abelles</i>	1391