

UNIVERSIDAD DE GRANADA  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
DEPARTAMENTO DE PREHISTORIA Y ARQUEOLOGÍA



LA PRODUCCIÓN ALFARERA  
PRE Y PROTOHISTORICA DEL  
ASENTAMIENTO DE RONDA LA  
VIEJA (MÁLAGA).  
ASPECTOS TECNOLÓGICOS Y  
SOCIALES

*Bernardina Padial Robles  
Granada 1999*

Editor: Editorial de la Universidad de Granada  
Autor: Bernardina Padial Robles  
D.L.: GR 511-2013  
ISBN: 978-84-9028-072-0



**UNIVERSIDAD DE GRANADA**  
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
Departamento de Prehistoria y Arqueología



**CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS**  
ESTACION EXPERIMENTAL DEL ZAIDIN  
Departamento de Ciencias de la Tierra y Química Ambiental



**LA PRODUCCION ALFARERA PRE Y PROTOHISTORICA DEL  
ASENTAMIENTO DE RONDA LA VIEJA (MALAGA). ASPECTOS  
TECNOLOGICOS Y SOCIALES**

**TESIS DOCTORAL**

BERNARDINA PADIAL ROBLES

**Granada, 1999**



*LA PRODUCCION ALFARERA PRE Y PROTOHISTORICA DEL  
ASENTAMIENTO DE RONDA LA VIEJA (MALAGA). ASPECTOS  
TECNOLOGICOS Y SOCIALES*

Tesis Doctoral presentada por la Licenciada Bernardina Padiel Robles para optar por el grado de Doctora en Historia por la Universidad de Granada

Directores:

Pedro Aguayo de Hoyos  
Prof. Titular de Prehistoria

Enrique Barahona Fernández  
Prof. de Investigación del CSIC



Esta tesis ha sido realizada en el Departamento de Ciencias de la Tierra y Química Ambiental de la Estación Experimental del Zaidín de Granada y en el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Granada siguiendo el programa de doctorado: Problemática, perspectivas y técnicas de investigación aplicadas al estudio de la Prehistoria y Arqueología Clásica en Andalucía.

Ha sido subvencionada por la Junta de Andalucía con una beca de Formación en Técnicas Analíticas aplicadas a la Arqueología.



*A mis padres*



....Aôho se creyò abandonada. Intentó seguir a Luna al cielo llevándose una cesta de esa arcilla que utilizan las mujeres para hacer alfarería. Luna la vió y, para desembarazarse definitivamente de ella, cortó la liana que unía los dos mundos. La mujer cayó con su cesta, y la arcilla se desparramó sobre la tierra en donde hoy se la encuentra aquí y allí.

Mito jíbaro  
La alfarera celosa C. Levi-Strauss



Quiero expresar mi agradecimiento:

A mis directores, Enrique Barahona y Pedro Aguayo por su paciencia y dedicación, que han hecho posible la realización de este trabajo interdisciplinar y que el encuentro entre las ciencias “duras” y las ciencias “blandas” haya resultado fructífero.

Al Departamento de Ciencias de la Tierra y Química Ambiental, de la Estación Experimental del Zaidín de Granada, especialmente a José Linares y Pepa Capel por ser quienes me dieron la posibilidad de entrar en el Centro y utilizar sus medios, tanto técnicos como humanos. A Francisco Huertas, quien desde el principio me acercó al mundo de la mineralogía. A Gonzalo Dios que nos ayudó en la puesta a punto del método de medida de áreas superficiales y la interpretación de datos mineralógicos y de ATD en relación con la predicción de las temperaturas de cocción. A Juan Rodríguez a quien debo la realización de los diagramas de Rayos X, estando siempre dispuesto para lo que se nos ocurriera !Cuanto siento que no la hayas visto terminada!. A Javier Huertas, Javier Cuadros y Pepe Martínez, que me echaron una mano cuando lo necesité.

A José Luis González Rebollar, a quien debo el colorido de buena parte de la documentación gráfica, así como la recreación del ambiente paleogeográfico de nuestra región en la época miocena. A José Luis Guardiola, quien me enseñó el manejo de la cámara fotográfica incorporada a la lupa binocular, sin ser responsable del resultado del enfoque de la misma. A Rafa Bellver, a mano siempre en mis peleas con los ordenadores.

A José Antonio Esquivel, del Departamento de Prehistoria y Arqueología, le agradezco el asesoramiento en la elección e interpretación de los tratamientos estadísticos efectuados, así como la realización práctica de muchos de ellos.

A Encarnita Puga del Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra le agradezco su amabilidad y tiempo dedicado en el estudio de las láminas delgadas, así como las magníficas fotografías resultantes de las mismas.

A Paloma Recio, investigadora del Instituto de Cerámica y Vidrio del C.S.I.C, a quien debo la realización de los ensayos dilatométricos y diagramas de Rayos X de algunas muestras seleccionadas, así como su valiosa ayuda en la discusión e interpretación de los resultados.

A Manolo Carrilero, mi maestro en los inicios en la Arqueología de campo a quien debo todas sus enseñanzas, así como el amor por la profesión.

A Paco Moreno del TAER de Ronda, cuya experiencia en el conocimiento de la tecnología cerámica, así como el entusiasmo contagioso que pone en todo lo que hace, han hecho posible la parte experimental de este trabajo en el campo.

A José Manuel Castaño y Elena Ordoñez, rondeños también. A él le debo parte de la documentación gráfica de los diagramas de Rayos X, y a la artista, la mayor parte de los dibujos de cerámicas.

A Olga, Liz, M. Jesús, Ana, las Esperanzas, Lola y Mariam, compañeras de estos años por su apoyo en todo momento, y a Zoila que estuvo a mi lado en los momentos finales de desesperación, regalándome sus días y sus noches.

A mi familia y amigos por quienes siempre me he sentido apoyada y, sobre todo, a mis padres, que con gran esfuerzo se preocuparon siempre de mi formación. Siento que no estés aquí, papá, no en el llanto, si en la celebración,... como solías decir.



## INDICE

1. INTRODUCCION	18
1.1. Los orígenes de la Arqueología	18
1.2. La Arqueología como disciplina	18
1.3. Relaciones entre Arqueología y etnología	20
2. OBJETIVOS	24
3. ARQUEOMETRIA. LA CERAMOLOGIA	26
4. EL CONTEXTO GEOLOGICO DE LA DEPRESION DE RONDA	30
4.1. El marco físico y geológico de la Depresión.	30
5. EL ASENTAMIENTO DE RONDA LA VIEJA	48
5.1. Excavaciones arqueológicas realizadas	48
5.2. Estudios previos sobre el material cerámico	57
6. METODOLOGIAS APLICADAS AL ESTUDIO DE LAS CERAMICAS ARQUEOLOGICAS	78
6.1.1. Análisis mineralógico	81
6.1.1.1. Estudio óptico	81
6.1.1.2. Difracción de Rayos X	82
6.1.1.3. Agregados Orientados	82
6.1.1.4. Análisis Térmico Diferencial	83
6.1.2. Análisis físico	83
6.1.2.1. Densidad aparente	83
6.1.2.2. Porosidad	83
6.1.2.3. Área específica	84
6.1.2.4. Dilatometría	84
6.1.3. Análisis químico	84
6.1.3.1. Elementos traza	84
6.1.4. Tratamientos estadísticos	85
6.1.4.1. Análisis de factores	85
6.1.4.2. Análisis de la varianza	85
6.1.4.3. Análisis cluster (Chi-cuadrado)	86
6.1.4.4. Análisis discriminante	86
7. CARACTERIZACION DE LAS ARCILLAS DE LA DEPRESION	88
7.1. Estudios analíticos de caracterización de las arcillas	97
7. 1. 1. Análisis mineralógico	97
7. 1. 1. 1. Estudio óptico	97
7. 1. 1. 2. Difracción de Rayos X	99
8. CARACTERIZACION DE LAS CERAMICAS ARQUEOLOGICAS	100
8.1. La muestra cerámica. Su contexto arqueológico	100

8.2. Estudios analíticos de caracterización de las cerámicas	103
8.2.1. Análisis mineralógico	103
8.2.1.1. Estudio óptico	103
8.2.1.2. Difracción de Rayos X	136
8.2.1.3. Lámina delgada	151
9. ANÁLISIS QUÍMICO DE ARCILLAS Y CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS	156
10. CAPTACION Y AREAS FUENTE DE LAS ARCILLAS Y DESGRASANTES EMPLEADOS EN ALFARERIA	164
10.1. Modelo teórico para la interpretación de los resultados arqueométricos	165
10.2. Interpretación de los resultados del tratamiento estadístico de los datos del análisis químico.	166
10.2.1. Resultados del análisis cluster	166
10.2.2. Resultados del análisis discriminante	169
10.3. El origen de los degradantes añadidos	173
10.3.1. Petrología y contexto geológico de los desgrasantes	173
10.3.2. Hipótesis sobre el comportamiento de su captación	175
11. ASPECTOS TECNOLOGICOS DE LA PRODUCCION ALFARERA. EXPERIMENTACION CON LAS ARCILLAS	178
11.1 Experimentación	178
11.1.1. Experimentación en el campo	182
11.1.1.1. Recogida y preparación de las arcillas	182
11.1.1.2. Manufacturación.	183
11.1.1.3. Cocción.	184
11.1.2. Estudio analítico de las cerámicas experimentales	185
11.1.2.1. Estudio óptico	186
11.1.2.2. Análisis mineralógico por Difracción de Rayos X	186
11.1.3. Experimentación en el laboratorio	189
11.1.3.1. Análisis mineralógico por Difracción de Rayos X	190
11.1.3.2. Densidad aparente y su cambio en experimentos de bicocción	192
11.1.3.3. Área específica	205
11.1.3.4. Dilatometría	208
11.1.3.5. Comparación entre algunas técnicas utilizadas para la determinación de temperaturas de cocción	230
12. MARCO SOCIAL DE LA PRODUCCION ALFARERA	244
12.1. La producción alfarera según la Etnología	244
12.1.1. La alfarería tradicional en la Península Ibérica	245
12.1.2. La alfarería tradicional en las Islas Canarias	246
12.1.3. La alfarería tradicional en África del Norte y Subsahariana Occidental	248
12.1.4. La alfarería tradicional en Mesoamérica	251
12.1.5. La alfarería tradicional en otras zonas del mundo	253
12.2. La producción alfarera según la Arqueología	255
12.2.1. La Arqueología y la tecnología alfarera	255

12.2.2. La estructura de la producción alfarera	256
12.2.3. La cerámica como intercambio	256
12.2.3.1. La producción doméstica y el intercambio	257
12.2.3.2. La producción artesanal y el intercambio	258
12.3. Sobre el marco social de la producción alfarera en Ronda la Vieja	258
13. CONCLUSIONES	262
14. BIBLIOGRAFIA	266
APÉNDICES	288



# Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Los orígenes de la Arqueología

La humanidad siempre ha especulado sobre el pasado, y la mayoría de las culturas, a lo largo de la Historia, han quedado fascinadas por las sociedades que las precedieron.

La vuelta a la antigüedad que representó el Renacimiento, suscitó gran interés, en sus comienzos, en los aspectos literarios. Más tarde, entre los humanistas de los siglos XIV y XV, hubo un interés creciente por los monumentos. Los eruditos comenzaron a estudiar y coleccionar las reliquias de la antigüedad clásica. En la Europa del sur, lejos de los centros de la antigua Grecia y Roma, también empezaron a estudiarse los vestigios locales del pasado.

A partir del siglo XVI y los comienzos del XVII, continuando la tendencia del Renacimiento, la naciente arqueología se adapta a las situaciones políticas de los tiempos. Se forman nuevas colecciones, como las de los cardenales Ludovisi o Barberini, se publican las primeras grandes obras, y se empiezan a realizar las primeras excavaciones; entre ellas, las de los Borbones de Nápoles en las ciudades de Pompeya y Herculano.

Al otro lado del Atlántico, es en el siglo XVIII y los comienzos del XIX cuando se inician las primeras excavaciones, entre las que se puede resaltar la realizada por T. Jefferson, tercer presidente de los Estados Unidos, que se ha considerado como la primera excavación “científica” de la historia de la arqueología.

La Arqueología no llegó a constituirse realmente como disciplina hasta mediados del siglo XIX. Esto implicó la sistematización de las investigaciones, que, poco a poco, dejaron de estar en manos de aficionados, coleccionistas, mecenas y aventureros. Para ello, la Arqueología se apoyó en los logros de otras disciplinas, como la geología, en la que - gracias a las aportaciones de C. Lyell y sus principios de geología - el principio de la uniformidad y las bases de la estratigrafía moderna, aplicados a la antigüedad de la humanidad, comenzaron a darle la profundidad temporal necesaria a la evolución, produciéndose, por primera vez, el fenómeno del reconocimiento de la antigüedad de la existencia humana. Por otro lado, los logros de la Biología - como consecuencia de los hallazgos de C. Darwin en el “*Origen de las Especies*” y su otro gran trabajo, “*El Origen del Hombre*” -, en la que se consideraba que la especie humana había surgido como parte del proceso evolutivo, abrieron la puerta a la búsqueda del origen del hombre a través de técnicas arqueológicas.

La colaboración con las ciencias de la naturaleza determinó la primera orientación de la Arqueología, como puede comprobarse en el hecho de que los primeros arqueólogos eran, a la vez, geólogos o paleontólogos. A su vez, la metodología de los primeros trabajos de ordenación de los restos arqueológicos siguió los planteamientos de la taxonomía, lo que se derivó del establecimiento del sistema de las Tres Edades por el danés C. J. Thomsen (1848), quien propuso que las colecciones acumuladas por los coleccionistas y anticuarios se dividieran en las correspondientes a la Edad de la Piedra, la Edad del Bronce y la Edad del Hierro. Estas edades fueron aceptadas por todos los investigadores de Europa y sirvieron de base para todas las divisiones de la Prehistoria hasta nuestros días.

En el último tercio del siglo XIX, surge la colaboración de la naciente Arqueología con la Etnología o la Antropología, de la que los primeros estudiosos toman los modelos de la evolución humana, como los de E. Tylor o el americano L. H. Morgan.

## 1.2. La Arqueología como disciplina

Durante la segunda mitad del siglo XX se produce la separación de la Arqueología de las ciencias de la naturaleza y la unión con las llamadas ciencias sociales y sus corrientes dominantes, como el particularismo histórico, el evolucionismo cultural multilineal y el recurso a explicaciones históricas basadas en el difusionismo o el normativismo cultural.

En esta época existe una especie de barrera entre la Arqueología y las ciencias naturales, de forma que las potencialidades de las ciencias exactas no se utilizan.

La Arqueología tiene como objetivo final el conocimiento y reconstrucción del modo de vida de las sociedades pasadas, por lo que puede definirse como una ciencia social. Esta ciencia, se distingue de las demás ciencias sociales porque estudia las sociedades y su desarrollo a través de los restos materiales que proporcionan las excavaciones arqueológicas.

El objeto de estudio de la Arqueología, es todo aquel material que revele, con su estudio, aspectos importantes en relación con las áreas de ocupación humana, tales como la vegetación, la fauna, la cerámica, etc, relevantes a la hora de reconstruir el entorno en el que se desarrollarían estas sociedades en el pasado.

A partir de los años 50, empieza a surgir una nueva generación de arqueólogos, que, en colaboración con otras disciplinas, cambiarán la orientación de la Arqueología hacia una formación más científica.

Los nuevos objetivos, planteados por la Arqueología en los últimos años, han llevado a la toma de conciencia, por parte de un sector de la investigación, de que es necesaria una interpretación, y no sólo una descripción del pasado.

Este cambio está condicionado por dos fenómenos fundamentales: de un lado el enfoque ecológico de la influencia de la Antropología, sobre todo a través del norteamericano J. Steward, quien introdujo el concepto de “ecología cultural” para dar cuenta de los modos de adaptación al medio. Esto es llevado inmediatamente al campo de la Arqueología por parte de G. Willey en sus trabajos en Perú. En Europa, y de forma independiente a Steward, el británico G. Clarck, en sus trabajos en el yacimiento de Star Carr, incorpora la colaboración de botánicos y zoólogos, no sólo para reconstruir el medio prehistórico, sino también para poder evaluar los recursos naturales en la alimentación de una comunidad de cazadores-recolectores. Posteriormente, el mismo Clarck publica una obra sobre las bases económicas de la Prehistoria europea (1952) que sirva de base para la Arqueología contemporánea europea.

En esta misma década se producen una serie de importantes incorporaciones desde las ciencias exactas, física y química a la Arqueología, que ocasionan el auge de la llamada “ciencia arqueológica”.

Por tanto, en la década de los 50-60, la arqueología ha efectuado una especie de puesta al día de lo que podría esperarse de los aportes de las otras disciplinas científicas. Esta puesta al día esta recogida en obras tales como la compilación de D. Brothwell y E. Higgs “*Ciencia en Arqueología*” (1963).

En Estados Unidos, un grupo de jóvenes arqueólogos, encabezados por L. Binford, ofrecieron un programa estructurado con un nuevo planteamiento a los problemas de interpretación arqueológica, basándose en las orientaciones dominantes de la antropología americana de esos momentos.

Una de las consecuencias más destacadas de esto fue que durante los últimos 40 años, nuevas técnicas han contribuido a marcar etapas importantes en los dominios de las ciencias aplicadas al estudio del material arqueológico.

En los últimos años se ha producido un desarrollo en el uso de métodos científicos aplicados a la investigación arqueológica. Dentro de estos métodos han adquirido una gran importancia las técnicas de análisis de objetos arqueológicos.

La Arqueología empezó a aplicar técnicas provenientes del campo de la ciencia, pero sin cambiar las bases de los planteamientos clásicos, con lo que los análisis realizados por los científicos a los materiales arqueológicos eran incluidos como apéndices, al margen de los estudios arqueológicos con los que no guardaban ninguna relación. Como señala Orton *et al.* (1997), “muchos arqueólogos de campo parecen no haber abandonado todavía la fase tipológica, ya que apenas solicitan de los especialistas otra cosa que no sean datos”.

En los últimos años, el trabajo efectuado por los propios arqueólogos ha conducido al planteamiento de nuevos problemas y sistemas de resolución. Para D. Brothwell y E. Higgs (1969), aunque cada día es más necesaria la utilización de ayuda especializada en los proyectos de arqueología, el arqueólogo no debe perder de vista que él debe

conservar el control de la coordinación y la interpretación general de los resultados, ya que para él no hay “especialistas domesticados”, y son los arqueólogos los que deben de adaptarse a la necesidad de las investigaciones científicas dentro de su propia disciplina. Según A. Vila y J. Estévez (1989), si los arqueólogos conocen que técnicas necesitan en cada momento y pueden dirigir su aplicación o aplicarlas, habrá un correcto enfoque y una verdadera integración de estas “auxiliares”. Es necesario, por tanto, ajustar las técnicas a los objetivos de la investigación arqueológica para resolver problemas concretos. El problema aparece cuando se pretenden resolver los problemas arqueológicos solamente con las técnicas de análisis - el uso de la técnica por la técnica -.

No debemos olvidar, como indica el arqueóloga Echallier (1984), que la finalidad del trabajo arqueológico es histórica; el arqueólogo es un historiador, afirmando que “es necesario un trabajo en equipo y no una mera prestación de servicios, pues al final es el arqueólogo, que al no poseer las nociones de base indispensables para comprender los datos analíticos, debe apartarlos en bloque, o aceptarlos como artículos de fe”. En este sentido, indica que hay que exigir al arqueólogo que sea él quien adquiera en el laboratorio las experiencias analíticas.

También M. de Boüard (1984) considera que la colaboración entre el arqueólogo y el científico no ha llegado a gestarse del todo, ya sea por el hecho de que sean instituciones inadaptadas, ya sea por el desconocimiento mutuo y la falta de información recíproca (de intereses); y considera que la llave del progreso está en la cooperación constante y no puntual. Apunta que “muchos de los arqueólogos ignoran las posibilidades que les ofrecen los laboratorios y las limitaciones de estas posibilidades, y no es raro, aún hoy, ver a un excavador cualificado pedir a un físico o a un químico, “que analice” un objeto encontrado en el suelo, sin que esta petición esté motivada por un problema concreto; se trata a veces solamente de añadir datos analíticos a una publicación arqueológica, lo que se imagina que le da un “carácter científico”.

### **1.3. Relaciones entre Arqueología y Etnología**

Las aportaciones que la Etnología ha realizado al conocimiento de la Prehistoria han pasado por distintos avatares, dependiendo de como la Arqueología ha usado a la Etnología en cada momento a lo largo de su historia. A finales del siglo XIX y en la primera parte del siglo XX, se consideraba que la Etnografía era el pasado mismo; los pueblos primitivos actuales eran considerados como la Prehistoria viva, considerándose que el pasado podía recomponerse con trozos del presente. La etapa de abuso que se había hecho de los estudios etnológicos, llevó a un descrédito de la Etnografía, profundizándose en el alcance y posibilidades de aplicación de la comparación analógica como método de razonamiento en Arqueología. En una etapa posterior, la proyección del presente sobre el pasado sustituyó a los estudios etnográficos; la experiencia es la que se utiliza para entender el pasado. A partir de los años 60, con el desarrollo de la Nueva Arqueología americana, la Etnoarqueología es una disciplina con identidad propia. Se produce una vuelta a la Etnografía, utilizada ahora como analogía inductiva, como fuente de hipótesis para el estudio del pasado.

A través de la observación etnográfica, lo que se pretende es generar por analogía un conjunto de hipótesis que expliquen comportamientos no directamente observables en el registro arqueológico, o que sean difícilmente interpretables. No se hubieran podido clasificar muchos de los objetos arqueológicos a no ser por la analogía etnográfica; así, la Arqueología ha basado desde el principio muchas de sus reconstrucciones en la analogía etnográfica.

El nacimiento de la Etnoarqueología se produce en el seno de la tradición de la arqueología americana, muy dependiente de su relación con la Antropología; a diferencia de Europa, en donde la relación ha sido mayor con la Etnología. La dificultad existente en la relación Antropología-Arqueología se produce porque ésta última ha sido considerada como una disciplina secundaria, cuyo objetivo esencial es el estudio de la cultura material, aspecto éste, sin embargo, que ha sido olvidado en los estudios antropológicos en la definición de cada cultura. Además, los aspectos más interesantes del comportamiento humano, sólo podían conocerse, según los antropólogos, por el estudio de las sociedades vivas, con lo que la Arqueología no suponía un camino interesante para dicho conocimiento. Cada vez que los arqueólogos se interesaban por los procesos de cambio en el comportamiento humano en el pasado, y no sólo por la cultura material, se hacían más dependientes de la Antropología, aunque la información que recibían, era la elaborada por los antropólogos, a partir de los etnólogos. Cuando estos estudios, consistentes en la obtención de información de primera mano sobre el comportamiento humano mediante trabajo etnográfico, son realizados por arqueólogos, se les ha llamado Etnoarqueología. Esta disciplina pretende entender el comportamiento de las sociedades del pasado a

través del estudio del comportamiento humano en comunidades actuales. Los modelos que se obtienen siguiendo el método comparativo, se aplican a la interpretación de determinados aspectos, vía la analogía etnográfica, como parte inevitable del razonamiento arqueológico.

Sin embargo, posturas actuales no consideran como sinónimo Analogía Etnográfica y Etnoarqueología, planteándose matizaciones o distinciones entre ambos campos. En este sentido, A. Hernando (1995) marca las diferencias entre cada una de estas disciplinas, de las que se puede resaltar: que la **Analogía etnográfica** lo que hace es establecer comparaciones puntuales entre dos culturas concretas, una del presente y otra del pasado; señalando semejanzas entre casos arqueológicos particulares y casos etnográficos particulares; estableciendo identidades entre los elementos que integran la cultura, aún cuando se encuentren alejados en el tiempo o espacio, sin prestar mayor consideración al resto de las características culturales; resumiendo esto, señala que la analogía etnográfica lo que hace es describir, identificar y comparar, mientras que la **Etnoarqueología** es explicativa-interpretativa; contextualiza y sugiere; y busca la generalización para construir modelos de comportamiento. Cuando se revisa la variabilidad existente en el registro etnográfico respecto a un cierto comportamiento o proceso de cambio, puede derivarse una ley general, que podría ser aplicable no sólo a las culturas del pasado, sino también a las del presente. La Etnoarqueología lo que estudia son los contextos culturales, para comprender bajo que condiciones socio-económicas, ideológicas o ambientales puede aparecer un determinado modelo de comportamiento. Teniendo claras algunas de las diferencias, hay que tener en cuenta que muchos de los trabajos que aparecen en la bibliografía como etnoarqueológicos, sólo son trabajos de analogía etnográfica, con lo que hay que tener claro que un acercamiento no es mejor que otro, sino que los contenidos, objetivos y alcances son diferentes.

Otro término que se relaciona con los aquí analizados es el de **Arqueología viva** (Gould, 1980), que se aplica a los estudios referidos al trabajo de campo de un arqueólogo o etnógrafo en sociedades humanas vivas, con especial atención a la pauta de comportamiento arqueológica de esas sociedades. La etnoarqueología se refiere a un marco general mucho más amplio, que trataría de comprender a las sociedades (arqueológicas) vivas a través de la comparación entre pautas etnográficas y arqueológicas. La arqueología viva se llega a convertir en etnoarqueología, cuando llega a esclarecerse la utilidad de la información que obtiene para el conocimiento del pasado. La arqueología viva se puede considerar parte de la etnoarqueología, pero no necesariamente se identifica con ella (Hernando, 1995).

De este panorama se podría concluir que el recurso a los estudios etnográficos en forma de analogía etnográfica, etnoarqueología o arqueología viva se han usado por parte de las corrientes teóricas más generales de los últimos siglos en función de sus postulados. La Nueva Arqueología o Arqueología Procesual, está más cercana a la ciencia por su dedicación a lo fenomenológico (aspectos registrables y medibles de la realidad); fundamentalmente se acercó a los aspectos tecnológicos y a la organización social que los hacía posibles - ámbito socio-técnico - mientras que la Arqueología Postprocesual, se ha ocupado más de aquellos aspectos relacionados con los símbolos y los valores sociales, como código de comunicación a través de las teorías semánticas, resaltando los estudios de estilo, como aproximación a la esfera ideacional de la cultura. Una tercera postura que algunos autores, como A. Hernando, defienden, es la integración de ambas esferas, la socio-técnica y la ideacional, en los estudios etnoarqueológicos, como acercamiento al conocimiento de la globalidad de la cultura.

Como resalta Gallay (1992), en el XII Encuentros Internacionales de Arqueología y de Historia de Antibes, dedicado a "*Etnoarqueología: justificación, problemas, límites*", se han alcanzado algunos acuerdos como un amplio consenso sobre la importancia que en la actualidad tiene la práctica etnológica en la Arqueología. Se plantean dos posturas entorno a los hechos arqueológicos y la aplicación de reglas transculturales que tienen un cierto número de problemas, ligados a la validez de postulados en las reglas de inferencia. Sobre la aproximación transcultural, un grupo, sobre todo etnólogos, - basándose en la importancia de la ideología en los estudios culturales y de las concepciones simbólicas en la estructuración del mundo -, al considerar los diferentes aspectos de la sociedad, demuestran que la diversidad extrema desafía toda tentativa de generalización, que sólo queda, en el mejor de los casos, como una buena intención.

En el punto de vista opuesto se plantea la búsqueda de las características comunes a diversas sociedades. Se considera posible una gestión transcultural desde dos vías complementarias: la primera, los mecanismos de aprendizaje sobre la aparición de una cierta especialización del artesanado, con una aproximación cercana a las ciencias de la naturaleza. Una segunda vía serían los niveles de regularidad tipológica y ciertas constantes, al margen de los mecanismos responsables

de esta situación, objeto de estudio de los etnólogos. Estas situaciones deben poner en evidencia variaciones relacionadas de varias variables en investigaciones extensivas en sentido geográfico. Esto puede ser de gran eficacia si se establecen variables que provienen de los datos etnoarqueológicos y de los arqueológicos.

Las referencias al presente no pueden ser utilizadas más que de modo muy laxo por los arqueólogos, pues es imposible definir, con precisión, las condiciones de aplicación de las reglas. El arqueólogo conserva una cierta libertad en sus interpretaciones que hace que éstas no sean más que hipótesis plausibles. Frente a ello, otros investigadores tratan de buscar la posibilidad de encontrar los medios que puedan transformar las hipótesis en hechos, mediante la contrastación. Debemos por esto buscar la posibilidad de asegurar a nuestras hipótesis interpretativas una base más sólida, que no suele ser el caso, la mayoría de las veces en nuestros días. El contexto arqueológico no permite validar una norma social, sólo el contexto vivo lo permite.

En este mismo encuentro J. D. Forest, defiende que las inferencias o conjeturas son deudoras siempre de la experiencia que proviene de la propia experimentación, que permite a cada uno, incluidos los investigadores, tener una percepción del mundo. Ello dota a toda aproximación de un carácter analógico o subjetivo, por mucho que se pretenda una objetividad, desde posiciones empiristas. Factores como el tiempo y el espacio varían de forma profunda entre las culturas, por lo que es necesario integrar esa diferencia a la hora de analizar cualquier sociedad distinta a la nuestra, en otras palabras, es necesario contar con las experiencias y las lógicas locales (Forest, 1992). Ello solo es accesible desde la etnología y por tanto, la arqueología es tributaria de la etnología para definir el campo analógico y depende del propio avance de la etnología, tanto en estudios de sociedades concretas, como en el desarrollo de la propia disciplina. Por tanto, se establece que la Arqueología es fundamentalmente dependiente de la Etnología, aunque, para algunos aspectos, la analogía arqueológica puede basarse en la experimentación, además, de en la observación de las sociedades vivas. Sin embargo, la Arqueología, por su profundidad cronológica, podría permitir generar posiciones inéditas en la Etnología, lo que vendría a aprovechar o incluso a enriquecer el campo analógico (Forest, 1992).

La Etnoarqueología pondría el acento en el determinismo, nacido de las coacciones naturales, y tiende, pues, a quedar muy próxima a lo material, por lo que los aspectos de descifrado de la cultura material podría denominarse Arqueoetnología, por simetría. La etnología domina perfectamente las redes de relaciones simbólicas que existen en el seno de la esfera cultural, el arqueólogo siempre necesitaría de algunos puntos de anclajes en lo material para restituir lo esencial del sistema que analiza. Pero, sobre todo, la Arqueología es la única disciplina que podría abordar el campo cultural en términos de cambio o de origen, o incluso, fundar una cronología capaz de introducir el tiempo en las relaciones que entretejen los diversos rasgos culturales. En la perspectiva diacrónica, la Etnología sería tributaria de la Arqueología.



## Capítulo 2. OBJETIVOS

Para acercarnos al estudio de la alfarería de un asentamiento con una ocupación prehistórica reciente y protohistórica, como el de Ronda la Vieja (Ronda, Málaga), nos hemos planteado una serie de objetivos en ámbitos diferentes, que nos aproximen a un objetivo general:

**Establecer el grado de producción alfarera local o foránea presente en el conjunto cerámico del asentamiento y el nivel de especialización alcanzado a lo largo de un proceso de evolución de dos milenios y sus implicaciones en el marco social de la producción alfarera.**

Para alcanzar este objetivo amplio es necesario proceder a formular objetivos parciales que se desarrollaran conforme avancen los trabajos analíticos:

**1.- Tratar de determinar la relación entre las potenciales materias primas locales empleadas en la producción alfarera: arcillas y desgrasantes y las realmente empleadas en las cerámicas arqueológicas.**

Para ello habrá que proceder a:

- Caracterizar las arcillas presentes en la Depresión de Ronda, divididas en las grandes formaciones de origen geológico, a través de la observación de lupa binocular, mineralogía y geoquímica (elementos minoritarios), de un muestreo de los diferentes afloramientos de los depósitos de arcilla.

- Caracterización de un amplio muestreo de las cerámicas arqueológicas, agrupadas por grandes fases crono-culturales, mediante el estudio individual, a través de la lupa binocular, mineralogía (Difracción de Rayos X y lámina delgada petrográfica) y composición química.

- Establecer las relaciones entre las arcillas locales caracterizadas y las cerámicas arqueológicas, para definir los grupos de procedencia, con la aplicación de técnicas estadísticas de tratamiento de datos analíticos y comprobación de las relaciones establecidas, mediante la experimentación.

**2.- Aproximación a los aspectos tecnológicos, en concreto las temperaturas y condiciones de la cocción, que permiten deducir el tipo de hornos empleados, lo que junto a la técnica de elaboración, nos acercará al nivel tecnológico y la evolución de la producción alfarera.**

Ello se tratará de alcanzar mediante:

- La determinación de las temperaturas de cocción reflejadas en las cerámicas arqueológicas por la aplicación de un conjunto de metodologías analíticas, cambios de composición mineralógica por Difracción de Rayos X, dilatometría, ATD, etc., cuya combinación permite precisar la variable temperatura por la conjunción de las diferentes metodologías empleadas.

- Comprobación de las temperaturas de cocción, determinadas por metodologías analíticas, con la reproducción experimental de cocciones al aire libre con medición pirométrica de las temperaturas alcanzadas y estudio analítico de las cerámicas experimentales.

**3.- Aproximación al marco social de la producción alfarera, atendiendo al nivel de especialización tecnológica y la implicación social de la misma, en relación con la producción doméstica o artesanal y la vinculación a los sexos, como productores y transmisores del oficio.**

Este complejo objetivo será abordado:

- Desde un acercamiento a la alfarería tradicional, producciones a mano y cocciones en horneras, mediante una óptica etnográfica y etnoarqueológica, tratando de alcanzar una visión amplia, donde contextualizar la regla etnológica aplicable.
- A partir de un acercamiento a las interpretaciones de los datos arqueológicos desde la perspectiva social de la producción alfarera.
- De una interpretación, en la línea del marco social de la producción alfarera, de los datos arqueológicos obtenidos en el proceso de excavación del asentamiento y en los resultados analíticos obtenidos en el desarrollo del presente trabajo, que puedan ayudar a una propuesta como la formulada en este objetivo.

### Capítulo 3. ARQUEOMETRIA. LA CERAMOLOGIA

En los estudios de cerámica, a lo largo de la investigación arqueológica, han venido primando los aspectos estéticos y formales, prueba de ello es que los primeros estudios arqueológicos, más centrados en la cerámica, estuvieron enfocados en vasijas que estéticamente llamaban la atención, como eran las cerámicas griegas y romanas, con lo que la cerámica común, carecía de todo interés. El estudio tradicional de la cerámica se ha reducido a la catalogación de ésta, en una serie de tipologías, aplicadas a cada periodo cronológico. Los primeros estudios fueron las clasificaciones tipológicas de la terra sigillata (Draggendorf, 1885). Este planteamiento tiene mucho que ver con el hecho de que en un inicio la Arqueología estuvo ligada a la Historia del Arte. Sin embargo, en la primera mitad del siglo XX sigue habiendo un desarrollo de las tipologías como la de Lamboglia o Dressell, que sigue correspondiendo a una visión formal de la cerámica.

La consideración de los restos cerámicos como “tipos” culturales, característicos de cada periodo cultural y de cada zona, según la consideración funcionalista de la cultura material que inicia Childe, empieza a dirigirse a otras tendencias, hacia el acercamiento a técnicas científicas que se empezarán a aplicar en los estudios de cerámica. Como señala Boüard (1984), durante mucho tiempo, los arqueólogos solamente han visto en la cerámica, un material que permitía datar la estratigrafía de una excavación, sin embargo, señala, que cada vez más la cerámica merece ser estudiada por lo que significa y no solamente como “fósil guía”.

A mediados del siglo XX, tras comprobar que habrá problemas como los orígenes o procedencia de los materiales arqueológicos o sus procesos de manufacturación, que no podían resolverse desde planteamientos puramente arqueológicos, sin la ayuda o el apoyo de otras disciplinas, se produce un desarrollo en el uso de métodos científicos aplicados a la investigación arqueológica. Dentro de estos métodos han adquirido una gran importancia las técnicas de análisis de objetos arqueológicos y en particular las referentes al estudio de las cerámicas. Así, el estudio y clasificación de la cerámica que se había venido realizando, de acuerdo con sus características externas (forma), a partir de ahora, interesa conocer, también, las internas, que son las que pueden informar acerca de su composición (química y mineralógica), ya que el objeto manufacturado es, sobre todo, el resultado de conocimientos técnicos, por lo tanto, la materia prima sería el primer paso a tener en cuenta cuando se estudia una secuencia de producción.

El libro de A. Shepard (1956), *Ceramics for the Archaeologist*, es un trabajo clave en los estudios sobre cerámica, ya que en él se unifican las distintas tendencias que había en los estudios de cerámica, como es la identificación de los tipos cerámicos, la de la materia prima y sus fuentes y la identificación de las características físicas de las vasijas. Con estas apreciaciones se irá más allá de la consideración de los restos cerámicos como “tipos” culturales, característicos de cada periodo cultural y de cada zona, y empieza a haber una tendencia hacia el acercamiento a técnicas científicas que se empezarán a aplicar en los estudios de la cerámica arqueológica.

Los resultados de el conjunto de técnicas físico-químicas que se utilizan en el estudio de objetos arqueológicos se conoce como Arqueometría. El uso de este término se debe a la palabra Archaeometry, escogida por el Research Laboratory for Archaeology and the History of Art, de la Universidad de Oxford, para el título de la revista que comenzó a ser editada por ese laboratorio en 1958, destinada a la publicación de artículos de investigación y de artículos de revisión sobre trabajos realizados en ese y en otros laboratorios. Será, por tanto, en la década de los 50, cuando las técnicas de caracterización aplicadas a las cerámicas arqueológicas, empezarán a ser utilizadas por ingleses y norteamericanos, y no será hasta pasados unos años cuando se empiecen a aplicar en otros países europeos como Francia, con publicaciones más recientes como la Revue d'Archeometrie.

En España los estudios de caracterización arqueométrica aplicados a cerámicas arqueológicas han tenido un desarrollo más tardío que en el resto de Europa, y los primeros trabajos que aparecen, añaden la utilización de alguna técnica como apéndice en los estudios de cerámica, pero sin llegar a consideraciones importantes. El trabajo de M. García Heras (1992): *Métodos de análisis para la caracterización de cerámicas arqueológicas. Estado actual de la investigación en España*, se puede considerar una síntesis de algunos de los trabajos de investigación en cerámica, aparecidos hasta esa

fecha en nuestro país. Así mismo, este mismo autor, más recientemente, en el año 1997, realiza un *Estudio bibliométrico de los trabajos de caracterización sobre materiales cerámicos arqueológicos en España: una valoración*, publicada en el nº 7 de la Revista d'Arqueologia de Ponent.

Aparte de los trabajos aislados que empezaron a iniciarse en nuestro país sobre este tema, hay que señalar la importancia de una institución como es la Estación Experimental del Zaidín de Granada, perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, que se puede considerar un centro pionero en la formación de equipos interdisciplinares entre el Departamento de Físico-Química y Geoquímica Mineral de la Estación Experimental y el Departamento de Prehistoria de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Granada. Esta colaboración comienza a gestarse a finales de los años 70, con el inicio de la arqueóloga J. Capel en técnicas de análisis que se empiezan a aplicar en la resolución de problemas arqueológicos, de la cual resulta la tesis doctoral: *Estudio mineralógico y geoquímico de sedimentos y cerámicas de algunos yacimientos de la Mancha*, dirigida por J. Linares (químico) y A. Arribas (arqueólogo) y leída en 1982. A partir de ese momento, empiezan a aparecer en la bibliografía trabajos de colaboración interdisciplinar entre ambos grupos. Es importante la relación que se establece, cada vez más sólida, entre los Laboratorios especializados y Departamentos, como los de Prehistoria y Arqueología.

Los estudios de cerámica desde el punto de vista arqueométrico, empezaron a dirigirse por distintos caminos, buscando apoyo, además de en las técnicas de análisis en un principio, en otros estudios como los etnográficos, que pueden ayudar en la interpretación arqueológica de la cerámica (Arnold, 1985). Estos estudios empezaron a tener importancia cuando los arqueólogos/as abandonaron el enfoque tipológico y empezaron a ver a la cerámica desde una perspectiva más amplia en la que se podían englobar muy distintos enfoques en su estudio. La cerámica empieza a considerarse dentro del contexto socio-económico y cultural en el que se desarrolló. La evidencia etnográfica ayudó a los arqueólogos/as a comparar los materiales arqueológicos, entre ellos la cerámica, con las sociedades que los produjeron y usaron, se empieza a considerar el papel social de la cerámica. Estos estudios abrieron un nuevo camino en la Arqueometría, hacia la experimentación cerámica (Echallier), reproduciendo todos los procesos tecnológicos, desde la captación de la materia prima en el entorno inmediato al yacimiento arqueológico en estudio, su manufacturación y posterior cocción (Garrido, Moreno, Padial, 1995; García, 1994). La experimentación y la etnología serán, por tanto, un referente necesario para el avance en el trabajo en la investigación arqueológica.

Junto a la ceramología es en el campo de la arqueometalurgia donde el desarrollo de la Arqueometría resulta más evidente, incluso, en muchos aspectos paralelo, por el recurso a técnicas y métodos comunes (microscopía óptica, análisis químico, etc.). Introducciones como la de Rovira (1989) y las recientes síntesis de Gómez (1997) sobre la historiografía de la arqueometalurgia en España, o la de Rovira (1997), sobre una revisión crítica de la metodología aplicada a la investigación arqueometalúrgica, muestran el panorama de la situación de la arqueometalurgia en nuestro país y fuera de él. Los trabajos en arqueometría que se han venido realizando en los últimos años en España han ido surgiendo de manera aislada, y han sido científicos o arqueólogos adentrados en el campo de la ciencia los que los han llevado a cabo, sin embargo, no se puede decir que existan grupos fuertemente asentados en nuestro país, con lo que no hay una tradición que avale estos trabajos analíticos de naturaleza interdisciplinar. Una forma de reunir los distintos grupos de trabajo fue la celebración del I<sup>er</sup> Encuentro sobre la aplicación de técnicas físico-químicas avanzadas en la caracterización de materiales cerámicos arqueológicos, celebrado en junio de 1994, en el centro del C.S.I.C. de Serrano, en Madrid. Esta reunión fue de carácter interdisciplinar entre arqueólogos, químicos, geólogos, técnicos cerámicos, etc., de distintas instituciones del país, y ella pudo verse lo que se puede considerar un mapa de los distintos grupos interdisciplinares, más o menos consolidados, que están trabajando en nuestro país.

En la Universidad Central de Barcelona, hay funcionando un equipo, formado, entre otros, por M.Vendrell-Saz, J. Molera y M. García Vallés del Departamento de Cristalografía, Mineralogía i Dipòsits Minerals de la Facultad de Geología, apareciendo en colaboraciones con el arqueólogo, J. Remesal del Departamento de Prehistòria i Arqueologia de la misma Universidad.

J.M. Gurt i Esparraguera, director del Equip de Recerca Arqueometrica de la Universitat de Barcelona, del Departament de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia. Facultat de Geografia i Història. Universitat de Barcelona, J. Buxeda y M. A. Cau Ontiveros, del mismo departamento vienen realizando trabajos en Arqueometría, de los cuales hay que señalar la tesis doctoral de M. A. Cau, titulada *Cerámica tardorromana de cocina de las Islas Baleares* y la realizada por

J. Buxeda, *La caracterizació 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..*

Por otro lado, en la Universidad Autónoma de Madrid. En esta misma Universidad, tanto el Departamento de Química Agrícola, Geología y Geoquímica, de la Facultad de Ciencias, con A. Millán, T. Calderón y J. G. Arribas, como el Departamento de Química Física Aplicada, de la Facultad de Ciencias, de la misma Universidad, con P. Beneitez, colaboran en trabajos con la arqueóloga P. Rufete, que pertenece a la Diputación de Huelva.

En la Universidad Complutense de Madrid, el arqueólogo M. García Heras del Departamento de Prehistoria, de la Facultad de Geografía e Historia, realizó su tesis doctoral, *Caracterización Arqueométrica de la producción Cerámica Numantina*, apareciendo en la bibliografía en colaboraciones con C. Olaetxea, del Departamento de Arqueología prehistórica de la Sociedad de Ciencias Aranzadi en San Sebastián.

En el Centro de Ciencias Medioambientales, del C.S.I.C. en Madrid, J. Galván y V. Galván llevan años trabajando en Arqueometría; la tesis doctoral de V. Galván en este campo la realizó sobre *Análisis Mineralógico y Geoquímico de Cerámicas procedentes del Sudeste Peninsular*, también aparece en trabajos de colaboración con arqueólogos como F. J. Sánchez-Palencia y M.D. Fernández-Posse.

En la Universidad de Zaragoza, el Departamento de Ciencias de la Tierra. Cristalografía y Mineralogía, de la Facultad de Ciencias, con M.D. Gallart, lleva realizando trabajos sobre este tema desde finales de los años 70. También en la misma Universidad, en el Departamento de Química Analítica, J. Pérez Arantegui realiza trabajos en esta área, apareciendo en colaboraciones con el arqueólogo C. Aguarod, de la sección de Arqueología del Ayuntamiento de Zaragoza.

En Galicia empieza a aparecer algún trabajo también interdisciplinar, entre la arqueóloga M.C. Carreño del Servicio de Arqueología Municipal del Ayuntamiento de Lugo, M. T. Taboada del Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Santiago y F. Guitian del Instituto de Cerámica de la misma Universidad.

En la Universidad de Alicante el arqueólogo R. Seva, del Departamento de Prehistoria, trabaja en este tema y aparece en algunas colaboraciones con el Departamento de estadística de la misma Universidad.

El Departamento de Química Inorgánica, de la Facultad de Química, de la Universidad de Sevilla, con G. García Ramos, M. González, F. González y M.C. González Vílchez, lleva realizando colaboraciones con A. M. De Andrés, del Instituto de Ciencia de los Materiales del C.S.I.C. de Madrid, así como con J.M. Palacios, del Instituto de Química, Física "Rocasolano" y con I. Muñoz y M. Raigón del Departamento de Geología, de la Facultad de Química, de la Universidad de Alcalá de Henares en Madrid.

M. C. González Vílchez realizó en el año 1976 una memoria de licenciatura sobre un Estudio fisicoquímico y tecnológico de una serie de productos cerámicos del yacimiento arqueológico de Valencina de la Concepción (Sevilla). En el año 1983, leyó su tesis doctoral sobre un *Estudio físico químico y tecnológico de materiales cerámicos del yacimiento arqueológico de Cerro Macareno (Sevilla)*.

En la Universidad de Jaén, en el Departamento del Territorio y Patrimonio Histórico empieza a funcionar un grupo de trabajo en arqueometría, que empezó a gestarse con la tesis doctoral: *Las cerámicas de cocción reductora en el Alto Guadalquivir durante la época ibérica: Hacia una tipología contextual*, realizada por C. Risquez, y que después ha continuado con trabajos, también, de A. Sánchez, del mismo Departamento y con colaboraciones con la química M. L. Cañabate, perteneciente a la misma Universidad.

Habría que señalar aquí, otra vez la colaboración que desde hace años se lleva produciendo entre el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Granada y el Departamento de Ciencias de la Tierra y Química Ambiental, de la Estación Experimental del Zaidín (C.S.I.C) de Granada, en donde hace ya una veintena de años, la arqueóloga J. Capel lleva trabajando en arqueometría, en colaboración con los químicos

J. Linares, F. Huertas y E. Barahona, así como con el investigador J. L. Guardiola. De estos años de colaboración, además de una amplia bibliografía sobre este tema, también se ha realizado la tesis doctoral de R. Núñez (Licenciado en Farmacia): *Hidrólisis de materiales cerámicos*, leída en 1993 y dirigida por J. Capel, E. Reyes y R. Delgado.

De la celebración de esta reunión surgió la idea de la creación de la primera sección de Arqueometría en una revista de Prehistoria, como es la revista *Complutum*, editada por el Departamento de Prehistoria de la Universidad Complutense de Madrid, que empezó a publicar esta sección a partir de 1995, con trabajos relacionados con el campo de la caracterización físico-química de materiales cerámicos.

La segunda Reunión de Arqueometría se llevó a cabo un año más tarde y supuso la organización del I<sup>er</sup> Congreso Nacional de Arqueometría realizado en Granada y organizado por el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Granada en colaboración con el Departamento de Ciencias de la Tierra y Química Ambiental de la Estación Experimental del C.S.I.C. de Granada. La realización de esta reunión supuso la consolidación de estos congresos, que se pretende lleguen a ser bianuales.

El II<sup>o</sup> Congreso Nacional de Arqueometría se celebró en septiembre del año 1997 en Zaragoza, organizado por el Departamento de Química Analítica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza. El objetivo de estas reuniones es promover el intercambio científico entre los investigadores que trabajan en el campo de la Arqueometría para conocer el estado actual de la investigación mediante la presentación y discusión de trabajos de tipo metodológico, aplicados principalmente al estudio de la cerámica.

En este encuentro, se acordó que el III<sup>er</sup> Congreso Nacional de Arqueometría se realizará en Sevilla durante el año 1999, en dónde ya se ha confirmado la fecha del 28 de septiembre al 1 de octubre, el objetivo de este congreso, como el de los celebrados anteriormente, es también, el intercambio científico entre investigadores del campo de la Arqueometría, estimulando de esta forma, una cooperación interdisciplinar entre Ciencias Humanísticas y Ciencias Experimentales.

La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio con la publicación de la revista *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio* y la organización periódica de congresos nacionales, aparte de los temas específicos referentes a tales industrias, empezó a incluir trabajos realizados, tanto por científicos, como por arqueólogos, relativos al campo de la arqueometría de materiales cerámicos. En la organización del 37 Congreso Nacional de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, celebrado en mayo de 1997 en Vila-Real (Castellón), tomó parte la Asociación de Ceramología y en el se dio cabida a una sección de Arqueometría cerámica. En el 38 Congreso Nacional de Cerámica y Vidrio, celebrado en Segovia en octubre de 1998, sigue teniendo cabida el apartado de la arqueometría cerámica.

La Asociación de Ceramología, desde su creación en el año 1989, ha tenido como fin primordial promover y difundir la investigación ceramológica, facilitando el contacto entre investigadores y personas interesadas en la cerámica, apoyando las iniciativas privadas o públicas que sirvan a este fin, utilizando todo tipo de medios dispuestos a su alcance, tratando, de esta manera, de salvaguardar, proteger y defender el patrimonio ceramológico. De esta manera, la asociación ha reunido a profesionales de la cerámica de distintas disciplinas: arqueólogos, alfareros, ceramistas, etc. Esta perspectiva amplia de acercamiento a la cerámica, en la que se agrupan los conocimientos obtenidos por las distintas disciplinas que trabajan en este tema, sin duda, permitirá un desarrollo de la investigación cerámica desde otro punto de vista, que no sea sólo, el puramente científico que se realiza en los laboratorios.

## Capítulo 4. EL CONTEXTO GEOLÓGICO DE LA DEPRESIÓN DE RONDA

### 4.1. El marco físico y geológico de la Depresión

Desde una perspectiva geográfica, la Serranía de Ronda es una de las comarcas más características y con mayor personalidad de la Andalucía subbética, situada en la zona más occidental de esta cordillera, sirviendo de frontera entre la Baja y la Alta Andalucía, la costa mediterránea y las campiñas béticas. A pesar de su marcado aislamiento, el carácter fronterizo es evidente, como la historia se ha encargado de demostrar (Fig. 4.1.1.).

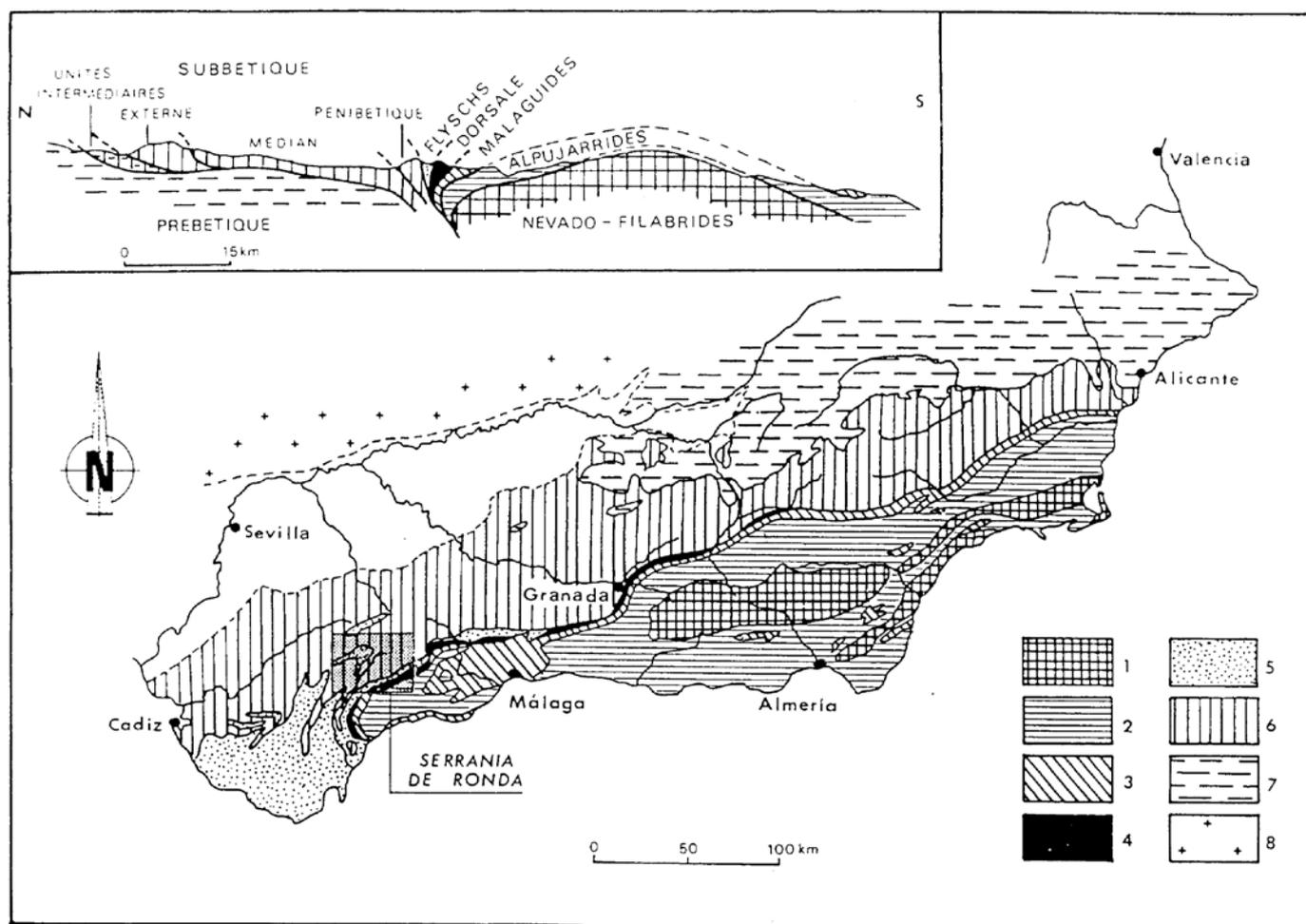


FIG. 4.1.1. Esquema geológico y corte estructural de conjunto de las cordilleras béticas (R. Lhénaff).

1. Zona Interna: Unidades Nevado-filabrides. 2. Zona Interna: Unidades Alpujarrides. 3. Zona Interna: Unidades Malaguides. 4. Zona Interna: Dorsal Bética. 5. Flysch. 6. Zona Externa: Subbético. 7. Zona Externa: Prebético. 8. Sierra Morena

La Serranía no es una unidad geográfica, ya que en ella es fácil distinguir una serie de subzonas, como son los macizos montañosos, los valles fluviales y la Depresión de Ronda.

La **Depresión de Ronda** es la más occidental de las depresiones subbéticas. Se trata de un rosario de grandes cubetas sedimentarias, que han funcionado como tales en distintos momentos geológicos, lo que ha provocado que tengan unas características litológicas diferentes cada una de ellas. En todas ellas existen series de depósitos marinos y continentales de grosores variables. Los depósitos más recientes, en relación a la Cuenca de Ronda, pueden datarse a finales del terciario, su edad es muy tardía, Post-orogénica y por tanto neógena (Serrano, 1979).

Desde el punto de vista geográfico, la Depresión de Ronda aparece definida con nitidez (Rodríguez, 1977). Se trata de una cuenca sedimentaria, que adopta la forma de un anfiteatro rodeado de montañas de escasa elevación pero de gran continuidad, lo que le confiere un carácter casi inaccesible, si no fuera por una serie de angostos pasos que se abren siempre a alturas superiores a los 1000 m. Esta altiplanicie, de una altura media que oscila entre 700 y 800 m., es la más

occidental del rosario de depresiones que forman el llamado surco intrabético. Sus límites están netamente definidos por las Sierras Blanquilla y Borbollón de NE-E y, los Merinos y Blanquilla de E-SE; las de los Castillejos y Libar, con el curso del Guadiaro entre ellas, y las gaditanas del Endrinal y Pinar de SO-NO; por el norte está la zona más accesible, aunque bien definida por un umbral entorno a los 1000 m., compartimentado por los pasos abiertos por el Guadalete y sus afluentes en unidades de NO-NE, formadas por las Sierras de Lijar, de las Harinas y del Tablón, al pie de la que nace el río Corbones.

La Depresión de Ronda, así definida, ocupa una superficie de aproximadamente 300 km<sup>2</sup>, en la que pueden diferenciarse dos zonas claras, siguiendo la orientación de la red hidrográfica, la meridional o de la Mesa de Ronda, que drena en el Mediterráneo por medio del Guadalevín y el Guadalcobacín, que son tributarios del Guadiaro, y la septentrional, formada por la cabecera del Guadalete, que forman un auténtico golfo geográfico, y el Guadalporcún, tributario de éste, y sus afluentes que drena en el Atlántico, junto al Puerto de Santa María. Ambas zonas se encuentran divididas por las pequeñas elevaciones de las Sierras de la Sanguijuela y las Cumbres.

El sustrato geológico es una formación detrítica calcárea, poco modificada por el plegamiento, costra sedimentaria o molasa, de edad miocena superior (Tortonense-Messiniense), que constituye el subsuelo de la mayor parte de la Cuenca de Ronda. Esta formación está constituida básicamente por capas horizontales de arcillas o limos calcáreos y biocalcarenititas que, en los bordes de la cuenca, pasan a ser conglomerados. El conjunto se hallaba suavemente plegado, o bien conservaba su posición horizontal primitiva. El fondo de los suaves pliegues se han convertido en valles, como los del Guadalcobacín o Setenil, mientras que las crestas son pequeñas sierras y cerros, la Sanguijuela o las Cumbres. Por otro lado, estas rocas son de muy desigual resistencia a la erosión, las calcarenitas y las calizas de algas, además de muy permeables, son más resistentes, dando lugar a cuevas y cerros testigos. Estas formaciones poseen excelentes posibilidades para el asentamiento de los grupos humanos a lo largo de la Historia, y además conservan “in situ” los niveles más antiguos de arcillas y margas. Las capas de material fino, arcillas y limos, más impermeables y fácilmente erosionables, constituyen el sustrato de la mayor parte de la tierra arable de la Depresión.

La geología de la Depresión es el resultado de la serie de depósitos, consecuencia de su historia geológica. La oposición que hay entre la meseta y las sierras, no es sino el reflejo, en la morfología actual, de una importante diferencia geológica establecida en fechas no demasiado remotas. Hará unos quince o veinte millones de años, durante la época miocena, los materiales que constituyen la Serranía y, en general, las Cordilleras Béticas, comprimidos y arrugados por el plegamiento alpino, emergieron del fondo del océano y empezaron a ser desmantelados por la erosión, acumulándose estos materiales en las cuencas. Algo más tarde, hace unos diez millones de años (Mioceno superior), el agua volvió a invadir parte del territorio que había abandonado. Al norte de la cordillera, a lo largo de la línea Cádiz-Murcia, un brazo de mar unía el Mediterráneo con el Atlántico y formaba una amplia bahía en el área que hoy ocupa la Meseta de Ronda. El área de las sierras permaneció emergida, con lo que continuó sufriendo el ataque de la erosión y de este modo, iba suministrando gran cantidad de detritus que se depositaron, capa tras capa, en el fondo de la bahía miocena, junto con los restos de habitantes de aquel mar. Pero la cordillera con vocación de altura, siguió elevándose en tanto que el mar se retiraba una vez más. Desde el comienzo de la época pliocena, hace unos cinco millones de años, hasta la actualidad, el conjunto de la Serranía ha sido tierra firme. Aún hoy es posible reconocer en la meseta, los rasgos de aquella bahía colmada de sedimentos que fuera de otra época (Montilla-Sierra, 1992) (Fig. 4.1.2.).

Los pormenores del relieve de la meseta se deben a la erosión, la cual, desde que el mar se hubo retirado, fue actuando de modo desigual, según que los estratos del subsuelo fuesen “duros” y resistentes, como lo son el conglomerado y la arenisca, o “blandos” y deleznable, como los limos, margas y arcillas. En los primeros, los cursos de agua han excavado gargantas, como la del Tajo de Ronda. En cambio, en las rocas blandas, la erosión areolar va nivelando las pendientes con rapidez, de lo que resulta un terreno de campiña, llano o casi llano.

A la peculiar disposición de estratos, de roca dura por encima y de roca blanda por debajo, se debe el contraste que se ve en el Tajo de Ronda, entre la pared cortada a pico en los conglomerados superiores, y el valle de fondo, excavado en las arcillas inferiores. Las mesetas, como la de Ronda la Vieja, llamadas así por su cumbre plana y su borde escarpado, son retazos cortados por la erosión de capas resistentes, más o menos horizontales, situadas sobre roca blanda. A veces, la alternancia de estratos duros y blandos provoca la formación de pintorescos graderíos, como el de la Loma de la Cordillera, situado en el límite septentrional de la meseta.

El funcionamiento hidrológico de la molasa se explica por la impermeabilidad de los sedimentos más finos, limo y arcilla, y la relativa permeabilidad de la arenisca y el conglomerado, que dan agua a pozos y manantiales de escaso caudal. Algunos rasgos cársticos, insólitos en este tipo de terreno, como el polje de la Alberca o la abundante surgencia del Puente de la Ventilla, parecen deberse a la cercana presencia, en el subsuelo, de la caliza karstificada del Jurásico subbético. No es el único caso en el que la delgadez de la costra sedimentaria miocena deja traslucir las propiedades del material geológico subyacente: la fuente que da nombre al Cerro de las Salinas debe su composición a la proximidad de la serie salífera del Trías.

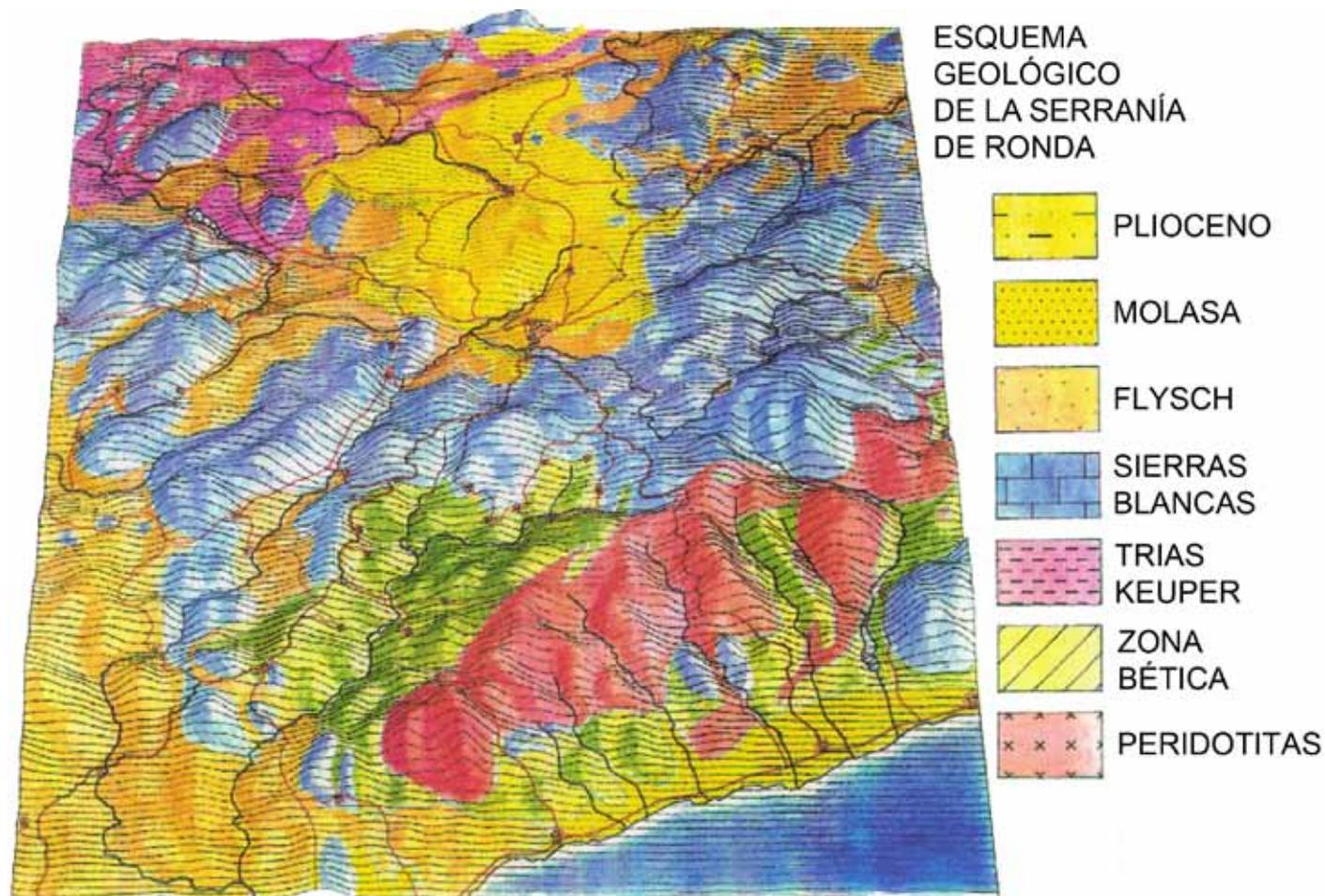


FIG. 4.1.2. Esquema geológico, relieve, red hidrográfica, carreteras y pueblos (Elaboración G. Sierra)

Durante la etapa Cuaternaria se modeló la superficie de erosión y, en relación con ella, se produjo el encajamiento y organización de la red fluvial de la Serranía, en la que debió influir la elevación diapírica de las sierras de Las Salinas y La Sanguijuela, lo que pudo invertir la dirección original de los cursos dictada por la topografía y que sería E-O. Esta red hidrográfica, al transcurrir sobre rocas de tan desigual dureza, ha contribuido a formar distintos tipos de relieve; cuando lo ha hecho sobre rocas resistentes, ha dado lugar a cañones profundos y más o menos largos, de los que es buen ejemplo el Tajo de Ronda, aunque, hay bastantes más, que junto a escarpes de alturas muy variables, y “mesas” o cerros testigos, constituyen la característica más personal de su relieve. Sin embargo, las arcillas, además de las que se encuentran en posición primaria, se encuentran en las áreas deprimidas, donde los ríos han excavado valles anchos y suaves o las características “calderas” u hoyas.

Por lo que se refiere a los bordes de la Depresión en la **zona norte**, afloran materiales triásicos de forma ininterrumpida hasta la región de Osuna y Teba, donde Cruz San Julián (1974), los denominó como manto de Antequera-Osuna.

El Trías germano-andaluz parece constituido fundamentalmente por arcillas rojas y grises, con yesos casi siempre abundantes. El yeso aparece como yeso blanco masivo o sacaroideo, y solo, excepcionalmente, cristalizado en láminas transparentes. Llega a constituir masas en las que predomina ampliamente sobre el componente arcilloso. En ocasiones se encuentran afloramientos con un bandeo claramente sedimentario e incluso con cantos rodados, no sólo de yeso, sino también, de carniolas, calizas y areniscas procedentes de los mismos materiales triásicos. Estos sedimentos suelen

aparecer bastante consolidados y cementados con sulfato cálcico, que llega a cristalizar de forma secundaria, en los intersticios.

Englobadas en la masa arcillo-yesífera se encuentran otras rocas sedimentarias, con escasa continuidad lateral, nunca superior a los 50 m., constituidas según un orden de abundancia decreciente por calizas, carniolas y areniscas.

Además de estas masas aisladas, aparecen con frecuencia fragmentos sueltos de rocas ígneas de color oscuro, cuyos tamaños oscilan entre unos pocos metros cúbicos y varios decámetros. Estas rocas, muy frecuentes en los horizontes triásicos de la península, son conocidas como ofitas y su génesis correspondiente a un vulcanismo básico en un régimen de distensión cortical. Algunas muestras analizadas presentan la siguiente composición mineralógica, según un orden de abundancia decreciente: plagioclasa, epidota, clorita, anfíbol y esfena, presentando una textura ofítica-microporfídica. Estas rocas son de color verde oscuro y extraordinariamente duras. En alguna ocasión presenta un color blanquecino o gris claro. En su composición es muy abundante la plagioclasa y el piroxeno y menos abundantes los anfíboles y la mena metálica, aunque, casi siempre está presente (Cruz Sanjulián, 1974:193-197). No tienen estructuras efusivas, pero tampoco las condiciones de observación permiten precisar si hay trazas de procesos de metamorfismo (Cruz Sanjulián, 1974:197). Posteriores estudios de E. Puga et alii (1993) han demostrado que estas rocas ígneas sufrieron transformaciones por el efecto del metamorfismo que afectó a las Béticas, apareciendo en ellas minerales característicos, como la prehnita y la pumpellita (Aguirre et alii, 1995).

En la **zona noroeste**, se encuentran las sierras de Malaver-Lagarín, que fueron estudiadas por Burgois, quién realizó estudios concretos sobre sus formaciones (Burgois y Chauve, 1971; Burgois, 1978). Siguiendo a Burgois se pueden establecer dos unidades: al este, la Sierra de Lagarín y al oeste, las zonas más elevadas de Malaver, ambas constituidas por enormes bloques de calizas y dolomías, de origen sedimentario, que forman el corazón y alimentan conglomerados y brechas, también sedimentarias. Estos conglomerados están formados por gran cantidad de bloques con tamaños que van de decímetros a metros cúbicos de calizas de variado tipo y dolomías compactados por fino cemento, también de caliza y dolomía. Al mismo tiempo, tanto los grandes bloques, como los conglomerados y las brechas están incluidos sedimentariamente en una “formación arcillosa con bloques”, arcillas rojas y verdes, ligadas a los flyschs sedimentarios de las cordilleras béticas, fechables aquí en el mioceno inferior, y que constituyen la matriz de una formación de klippen sedimentario. Tanto en las calizas y dolomías, que constituyen los grandes bloques, como entre los que forman los conglomerados y brechas o, incluso, entre los propios bloques de la “formación de arcillas con bloques”, se encuentran abundantes concentraciones silíceas en forma de fragmentos de rocas caja y de tablas y riñones de material silíceo, de tamaño variable. Esta interpretación no es unánime, habiendo surgido recientemente (Moreno, 1991) opiniones que mantienen la posibilidad de la concordancia estratigráfica entre los materiales permotriásicos y los de la Sierra de Malaver, interpretando la abundancia de cantos de calizas y calizas con silex, como el relleno de paleocanales turbidínicos, abiertos en las arcillas de la “formación de arcillas con bloques” (Cano y Jerez, 1991). De estos cantos y bloques, más del 90%, están constituidos por calizas con silex, siendo el resto de calizas blancas de grano fino y de calizas dolomíticas laminadas (Moreno, 1991).

Hacia el oeste, el contacto entre Malaver y Lagarín se hace a través de la “Unidad de Montecorto”, formada por pelitas rojas permotriásicas, con moscovita y areniscas de tonos púrpura y algunas masas de diabasas. El contacto entre ambas formaciones se realiza por estrechas bandas de brechas poligénicas, con cantos de areniscas, calizas, dolomías, pelitas y escasas diabasas. Este permotrias ha suministrado un cemento rojo-marmóreo, formado por la remoción del hierro, que será importante para la explicación de las explotaciones mineras detectadas, al menos, desde época romana.

La Sierra de Lagarín se encuentra afectada por una falla en sentido NO-SE, formada por capas de dolomías grises y calizas de tonos claros con silex negro, que llega a formar niveles hacia la base, reposando todo, sobre brechas poligénicas con cemento yesoso del Trías, que a su vez, reposan sobre arcillas verdes y rojas de la ya mencionada “formación de arcillas con bloques”.

Al oeste del núcleo central de la Sierra de Lagarín, tras una nueva falla, aparecen otra serie de calizas nodulosas a las que se sobreponen calizas grises con radiolarios, con niveles de silex negro hacia el techo de las radiolaritas rojas y verdes, rematando la serie, conglomerados y brechas con abundancia de radiolarios subyacentes (Aguayo y Moreno, 1998).

En afloramientos próximos a Montecorto y bajo la discordancia de la molasa postorogénica, se han encontrado también numerosos bloques de areniscas numídicas. La Unidad de Montecorto y Sierra de Malaver, a pesar de sus dimensiones, vienen a ser también grandes bloques englobados en la matriz arcillosa de esta formación.

En la Unidad de Montecorto, se han englobado los materiales permotriásicos y las dolomías y brechas calizas y poligénicas de la Sierra de Malaver, ya que ambos conjuntos aparecen adosados uno a otro a lo largo de las laderas occidentales de dicha Sierra.

El aspecto y litología de esta Unidad es semejante a la de los niveles permotriásicos del Complejo Maláguide: pelitas con moscovita y areniscas con tonos púrpura intensos, entre los que aparecen algunas masas de diabasas. En los afloramientos contiguos a Montecorto no se encuentran los niveles de pudingas cuarcíticas características del Permotriás maláguide.

El contacto de estos materiales con las dolomías y las brechas calizo dolomíticas de la Sierra de Malaver, cuando aflora aparece jalonado por una banda de unos metros de espesor, constituida por una brecha poligénica, aunque fundamentalmente calizo-dolomítica, con cantos de areniscas, pelitas y diabasas del Permotriás contiguo.

Los cantos angulosos en la base y progresivamente más redondeados hacia el techo, los hay de calizas con sílex y con y sin filamentos, calizas de grano fino blancas, calizas dolomíticas laminadas (más de 90% cantos y bloques de calizas con sílex).

Al **oeste** de la Depresión penetra la Unidad del Aljibe. Esta unidad geológica penetra en la Depresión de Ronda entre la Sierra de Libar y las arcillas de bloques al norte, constituyendo el paraje de los Alcornocales, formando la cuenca del río Gadares, que atraviesa el complejo espeleológico Hundidero-Gato. Las areniscas del Aljibe presentan una serie de base de edad eocena, constituida por arcillas grises y verdes entre las que se intercalan numerosas capas de calizas detríticas grises. Las areniscas del Aljibe suprayacentes dan lugar a una serie muy potente, de más de 500 m. La composición mineralógica está formada fundamentalmente por cuarzo (entre el 85 y 90%), además de feldespato, turmalina, zircón y glauconita.

Los rebordes de la Meseta de Ronda, al **sur y este**, están constituidos por las Sierras Blancas y las Sierras Pardas. El contraste que existe entre estas dos sierras se debe a razones geológicas. Las Sierras Blancas están constituidas por materiales sedimentarios de origen marino, pertenecientes al Subbético interno. Esta unidad geológica comprende un grueso “paquete” de estratos calcáreos y dolomíticos de edad fundamentalmente jurásica; tanto por encima como por debajo del anterior conjunto se encuentran capas mucho más ricas en arcilla.

Las Sierras Blancas están constituidas por materiales carbonatados del Subbético medio e interno. Dentro de la serie subbética, media e interna, tenemos las sierras jurásicas de El Endrinal y Libar al suroeste, al sur la Sierra de El Oreganal, al sureste Sierra Hidalgo y al este Sierra Blanquilla y Sierra de Los Merinos. A estas sierras las forman, tanto el Complejo Maláguide, como el Dorsalino (Fig. 4.1.3).

El **Complejo Dorsalino** está constituido fundamentalmente por la unidad de la Sierra de las Nieves. Esta unidad se distingue entre las Sierras Blancas, sobre todo, por su mayor altura, pero también, porque su constitución geológica es distinta, comprendiendo sedimentos carbonatados marinos de plataforma, que culminan con una serie brechoide. Esta sierra tiene un espesor de más de mil metros de dolomías triásicas, sobre las que se encuentra una serie jurásica más delgada, compuesta por margas y calizas, en parte ricas en sílex, más una brecha calcárea de edad terciaria que corona el conjunto, denominada Brecha de la Nava. Este conjunto forma la unidad geológica de las Nieves, llamada también, Rondaide. Esta unidad es un manto de corrimiento, situado tectónicamente sobre los materiales más modernos del Subbético interno. A su vez el manto Rondaide se encuentra cabalgado por el Alpujárride, que aflora al sur y este, en la región de las Sierras Pardas.

Los materiales que componen la Unidad de las Nieves se encuentran parcialmente afectados por metamorfismo de contacto en las cercanías de la intrusión de las peridotitas (IGME, Marbella).

El **Complejo Maláguide** consta de una serie paleozoica, poco o nada metamorfozada, de pizarras o areniscas, que

culmina en un tramo molásico de conglomerados, arcilla y arenisca. Esta molasa antigua se difiere de la miocena en su carácter silíceo y no calcáreo, que forma en el paisaje, una orla discontinua de un color rojo violáceo, que contrasta con el color sombrío de las otras rocas y con los grises de las calizas y dolomías mesozoicas (Marín, 1984).

La sucesión de la secuencia maláguide se ordenará según los diferentes miembros que se han diferenciado sobre el terreno:

- Miembro 1: Filitas, cuarzoilitas, metagrauvas, metamicroconglomerados, brechoides grauváquicos y esquistos de grano fino con biotita, hacia la base, Silúrico. Este miembro se puede observar con detalle en las carreteras que, desviándose de la general de Algeciras, se dirigen a Benalauría, Algatocín y Benarrabá. Presenta una potencia aproximada de 150 m y se compone de filitas y metagrauvas en el techo, metagrauvas satinadas, cuarzoilitas y metamicroconglomerados y metagrauvas y esquistos de granate fino con biotita.

- Miembro 2: Grauvas pardas y calizas micríticas azules (calizas alabeadas). (Silúrica Superior-Devónico Inferior?) Con una potencia próxima a los 100 m., se caracteriza por una alternancia de niveles calcáreos de espesores variables entre el milímetro y el metro y grauvas groseras pardas. Los niveles calcáreos determinan la morfología del Valle del río Genal en su vertiente occidental, donde se observa una prolongada alineación de cerros, lomas y escarpes, constituidos por "calizas alabeadas".

- Miembro 3: Grauvas pardas, conglomerados, arcillas con cantos, cuarcitas micáceas y pizarras oscuras (Devónico-Carbonífero). Sobre el tramo anterior aparece esta secuencia detrítica grosera flyschoides, en que abundan los conglomerados gruesos y los términos grauváquicos cuarcíticos con laminación primaria cruzada y gradada.

En general, se componen de conglomerados poligénicos rojos, cuarcíticos, areniscas y pelitas rojas con micas detríticas visibles y masas arcillosas abigarradas de distribución irregular.

En la vertiente oriental del Peñón de Benadalid afloran dolomías oscuras micríticas, como un paquete de potencia reducida de unos 3-10 m., constituido por dolomías micríticas pardas oscuras con abundantes óxidos de hierro (IGME, Cortes de la Frontera).

Las Sierras Pardas se caracterizan sobre todo por un déficit importante en carbonatos de calcio y magnesio, muy abundantes en la meseta de Ronda y las sierras blancas; esta falta se compensa con un aumento en la proporción de sílice y silicatos. Estas sierras son un conjunto heterogéneo, en el que hay que distinguir tres unidades de paisaje que se corresponden con sendas unidades litológicas: Sierra Bermeja, el Valle del Genal y los Montes de Cortes, se distinguen entre sí por el predominio respectivo de silicatos de magnesio e hierro, silicatos aluminicos y sílice detrítica. Estructuralmente, las dos primeras unidades son muy distintas de la tercera. Las dos primeras forman parte del corazón o zona interna de la cordillera, y están compuestas de materiales antiguos que han sufrido varios plegamientos y un metamorfismo de mayor o menor grado. La otra es una unidad interna de edad reciente, no afectada por el metamorfismo, aunque sí, por el último plegamiento.

El subsuelo de las Sierras Bermejas es de peridotita, lo que influye en todos los rasgos, como son el color, el relieve, la vegetación, etc., del paisaje de esta parte de la Serranía (Montilla, 1992).

Las peridotitas constituyen el afloramiento más occidental y el más extenso de la provincia petrográfica de las rocas ígneas de Málaga. Este macizo peridotítico, es una de las intrusiones ultrabásicas mayores del mundo, con 300 km<sup>2</sup> de superficie y 1.5 km de espesor. Se puede observar la presencia de un núcleo central, correspondiente a la unidad más baja del macizo peridotítico, constituido por una asociación de dunitas piroxenitas-harzburgitas, con ortopiroxenos de gran tamaño que se van haciendo más pequeños hacia el borde.

Hay que hacer constar que hacia el Este varía la composición de estas piroxenitas, para aparecer como verdaderos gabros en la transversal que va de San Pedro de Alcántara a Ronda, desapareciendo en la transversal de Istán. En general, se puede decir que en su composición predominan los clinopiroxenos y son muy abundantes las espinelas y las plagioclasas.

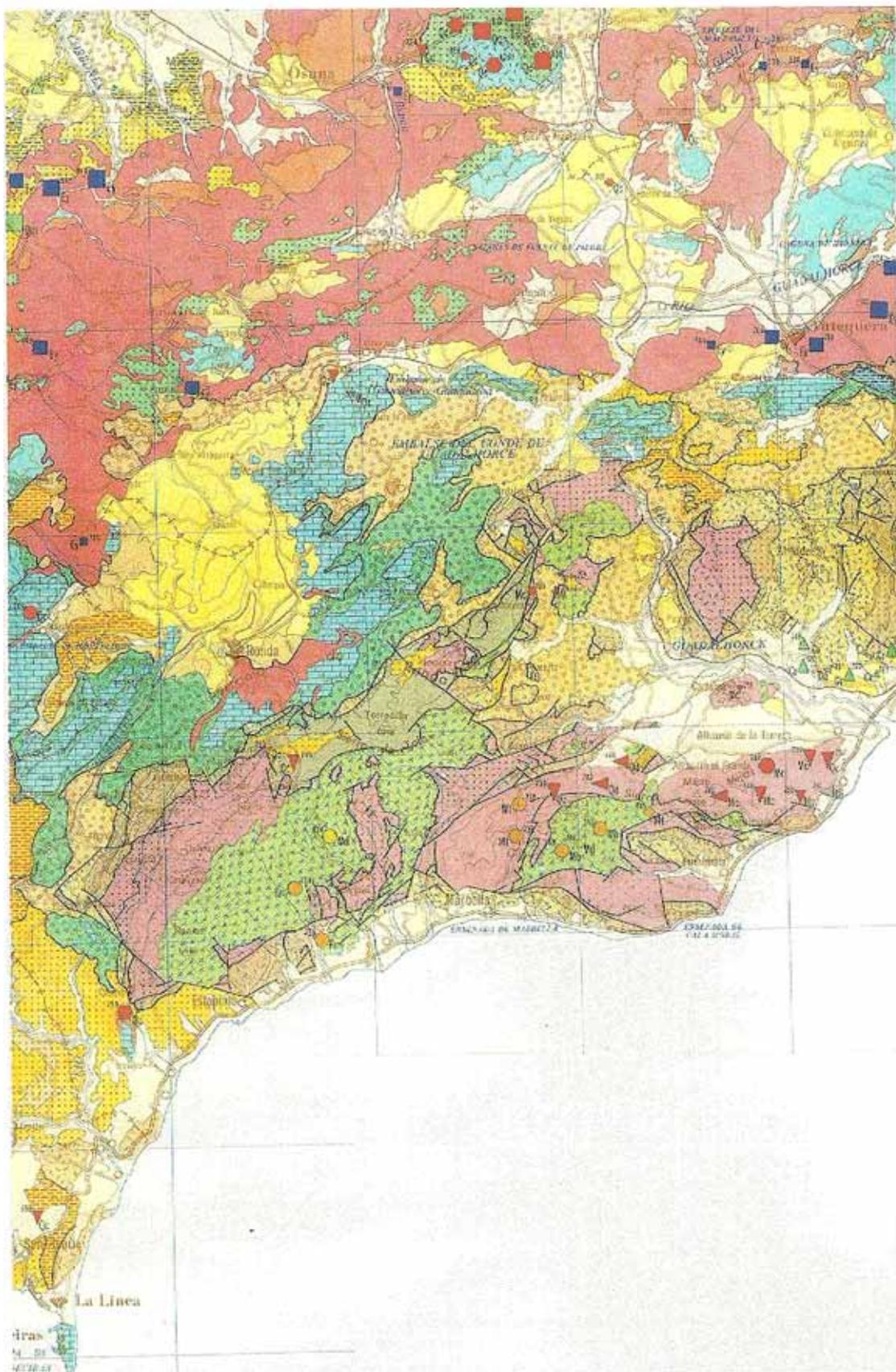
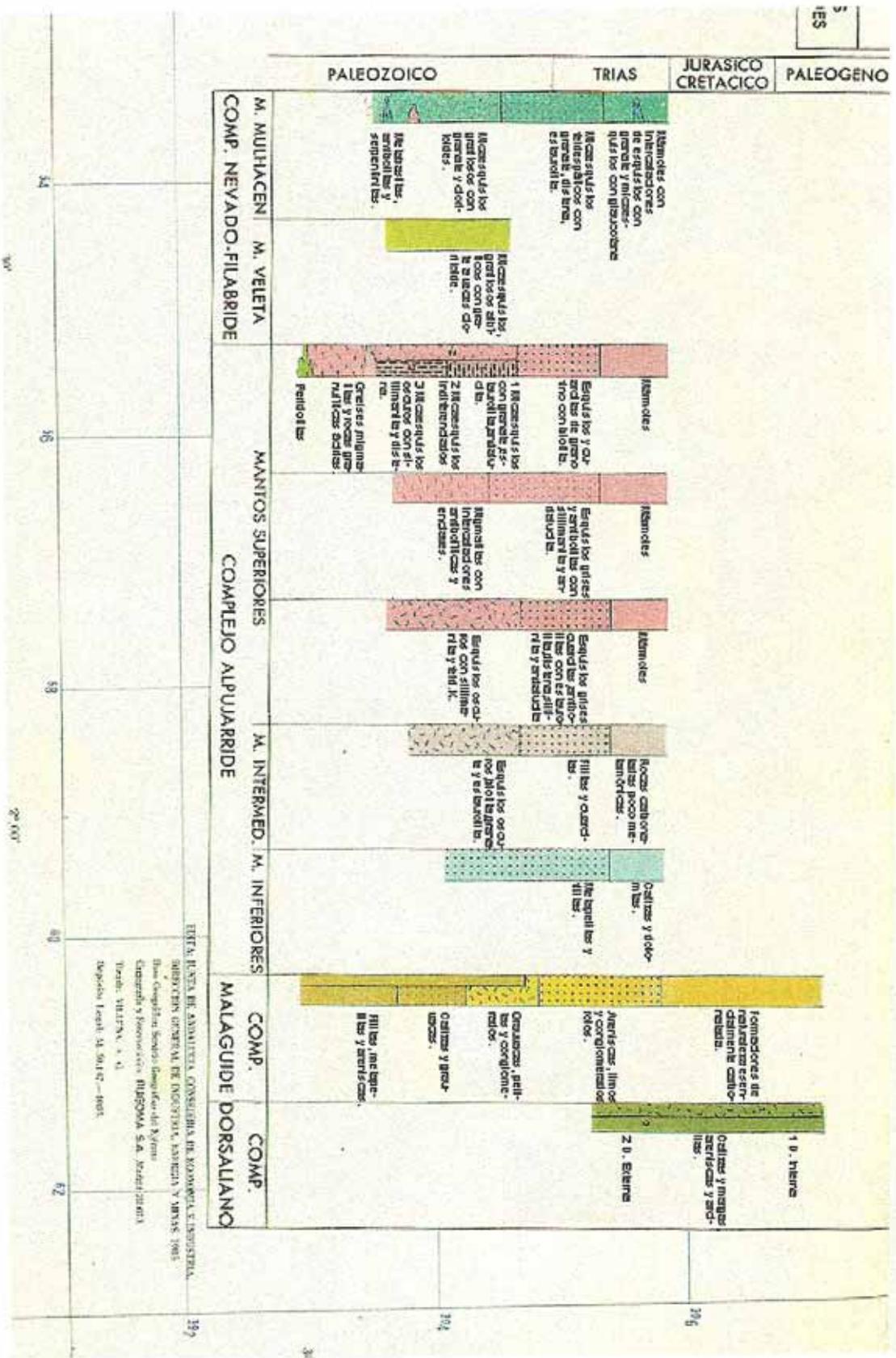


FIG. 4.1.3. Mapa geológico y de aprovechamiento minero de Andalucía Central (Junta de Andalucía)



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CATALUÑA  
 DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN, ASISTENCIA Y SERVICIOS  
 Área Geología y Minas  
 Centro de Estudios Geológicos y Mineros  
 Dpto. VII-17A - 4  
 Depósito Legal: SA 50147-1983

Por último, hay que señalar la presencia de lo que se conoce como facies de borde, formada por rocas de grano fino, de composición dunítica, a la que se asocian dunitas piroxénicas. Su característica principal es que en su masa se presentan granates y espinelas rosadas, y también aparecen unos piroxenos tabulares, que llegan a alcanzar hasta 20 cm.

Una intrusión filoniana ácida tardía, que origina pegmatitas y aplitas, que viene representada por los diques de Peñas Blancas, La Rijana y las minas de mica de la Resinera, además, de un gran número de pequeños filones que pueden observarse en las transversales de Estepona-Pujerra y río Guadalmanza, completa el conjunto pétreo del macizo de Ronda (IGME Marbella).

La composición petrológica muestra una fuerte variedad, análoga o mayor a la de los demás macizos peridotíticos conocidos.

En este grupo de rocas peridotíticas predominan los minerales ferromagnesianos. Sólo en algunas de ellas la plagioclasa supera el 10 por 100% en volumen de la composición total. La mayor parte de las muestras corresponde a rocas ultramáficas. Minerales esenciales primarios son el olivino, ortopiroxeno y clinopiroxeno. La desaparición de uno de estos tres componentes es excepcional. Entre los minerales accesorios se encuentra, siempre, espinela, y, accidentalmente, plagioclasa. Suelen ser frecuentes fenómenos de sustitución de los minerales esenciales por serpentinas y antofilitas, debido a la alteración meteórica o a recristalizaciones durante el desplazamiento del macizo.

Estas rocas están formadas por una masa de serpentina procedente de la alteración total de los olivinos, en la que destacan algunos ortopiroxenos de mayor tamaño, que conservan aún su forma inicial, aunque están también transformados a serpentina y, en algún caso, a anfíbolita. Se observa, además, magnetita y óxidos de hierro, así como espinela, correspondiente a los términos más oscuros, casi opacos.

Estas rocas expuestas a los agentes atmosféricos se alteran gradualmente y, en general, se observa que el grado de descomposición disminuye en profundidad hasta una zona en la que se encuentra la roca fresca inalterada (Yusta, 1984). La acción sobre las peridotitas del agua meteórica y edáfica produce, o a través de ésta, otras sustancias, como sílice, arcilla y óxidos e hidróxidos de hierro y de magnesio (Montilla, 1992).

Las peridotitas han llamado desde antiguo la atención de los pobladores de la Depresión de Ronda, habiendo sido utilizadas estas rocas como materia prima en la fabricación de su utillaje lítico durante la Prehistoria (Sierra, Aguayo, Moreno, 1994).

El sustrato del Valle del Genal pertenece en su mayoría a dos grandes unidades geológicas que están superpuestas tectónicamente: el manto Maláguide en posición superior, y el Alpujárride que se encuentra en posición basal y en cuyo núcleo están las peridotitas.

Por lo que se refiere al manto Alpujárride, aparte de las peridotitas, consiste en una serie de rocas, de edad triásica y más antigua, que rodean a las peridotitas y están afectadas por un metamorfismo que en general es más intenso cuanto mayor es la proximidad a dichas rocas ultramáficas. Lo que era una formación sedimentaria mayormente pelítica se ha transformado, por efecto de un mayor o menor grado de metamorfismo, en pizarras, esquistos y gneises según el grado creciente de presión y temperatura (Montilla, 1992).

Todas las formaciones que componen la sucesión Alpujárride han sufrido en mayor o menor grado los efectos de varias fases de metamorfismo.

La secuencia alpujárride presenta unas características de homogeneidad en toda la cordillera que han permitido a varios autores definir una “sucesión alpujárride tipo”, sucesión ideal a la que se puede referir la de la mayor parte de los mantos.

El primer ciclo de metamorfismo presenta unos caracteres determinados por la aparición de minerales índices, como son biotita-granate, estaurolita-distena-sillimanita?

El segundo ciclo metamórfico, de presión más moderada, presenta esta zonación: biotita, andalucita-sillimanita-

feldespato potásico.

La parte inferior de la secuencia puede correlacionarse, bastante bien, con la formación basal de micasquistos grafitosos que se encuentran en la base de muchos mantos alpujárrides y con los esquistos y cuarzoquistos con biotita y con las filitas y cuarcitas permotriásicas que gradualmente pasan a gneises bandeados.

Micasquistos y cuarzo micasquistos negros con estauroлита, silicatos de aluminio que constituyen una potente sucesión, en la que alternan micasquistos negros y oscuros, frecuentemente grafitosos, con niveles cuarcíticos, también muy oscuros con potencias de uno o varios decímetros, excepcionalmente de más de 1 m.; los niveles cuarcíticos son cuarzo esquistos, sin que se encuentren cuarcitas puras o con escaso contenido en micas. El conjunto ofrece un aspecto masivo. En el paisaje dan tonalidades oscuras en tonos marrón rojizos y relieve suave y alomado. Los minerales que componen estas rocas son: cuarzo, mica blanca, biotita, plagioclasas, granates, estauroлита, andalucita, sillimanita. La biotita sigue siendo claramente visible en el terreno. De las muestras estudiadas petrográficamente se observa que los micasquistos son más ricos en biotita, que en moscovita. El cuarzo acompaña siempre a estos dos minerales, ya sea en pequeños granos dispersos, o como lechos que alternan con las bandas micáceas. El grafito es también un mineral omnipresente en toda la serie. El granate se presenta en pequeños cristales redondeados, cuyas inclusiones ordenadas están giradas respecto a la esquistosidad de la roca.

Las cuarcitas no revisten especial interés, salvo la aparición de una mayor proporción de plagioclasa y de hornblendas verdes pálidas, ligeramente azuladas, pudiendo ocasionalmente estar ambas asociadas a diminutos diópsidos. Acompañando a estos minerales existen pequeños granates muy deformados y laminillas biotíticas.

En la parte inferior de la zona de la sillimanita, y antes de llegar a la del feldespato potásico, se encuentra un tipo especial de gneises que difieren mineralógicamente de los esquistos de distena-sillimanita, que los preceden, y en menor grado, de los gneises con feldespato potásico que los suceden. A estos gneises formados por cuarzo, plagioclasa, biotita y sillimanita fibrolítica, íntimamente asociada y orientada, se les denomina gneises bandeados. Se diferencian de los micasquistos negros en la desaparición total de la estauroлита, andalucita y distena, produciéndose una coloración más rojiza de la biotita y la presencia de numerosas plagioclasas.

Estos gneises, formados por cuarzo, plagioclasa, biotita y sillimanita forman una banda de aproximadamente medio kilómetro, que rodea la isograda del feldespato potásico. El cuarzo y las plagioclasas determinan unas bandas (o lechos), separados por la biotita, que presenta una coloración más rojiza.

Los gneises con granates se encuentran en las cercanías de las peridotitas: aumentan los blastos granatíferos, con disminución simultánea de la cantidad de biotita. Los granates pueden incluir este mineral y, además, cuarzo, sillimanita, grafito, feldespato o distena; se produce una disminución de las plagioclasas zonadas y la aparición de rutilo, al tiempo que continúan apareciendo granates. La estabilidad de la fibrolita se produce cuando los granates aparecen poco desarrollados, siendo ésta sustituida por sillimanita, en forma de grandes cristales tabulares, cuando se va avanzando en el sentido de la intensidad del metamorfismo.

La sillimanita puede aparecer, también, como lechos flexuosos fibrolíticos, asociados a láminas biotíticas.

Se llama gneises granitoides a unas rocas de aspecto granítico, de color azulado en estado fresco y herrumbroso en alteración. La estructura es masiva o con restos de foliación muy difusos en la masa granítica. Son frecuentes los restos de rocas metamórficas, con bordes netos y cuyo tamaño medio es de 1 a 2 cm., pero que pueden llegar a alcanzar los 30 cm.

Los gneises granitoides yacen siempre en contacto con la peridotita, formando una aureola muy definida alrededor de ella.

En la masa de las peridotitas existen afloramientos aislados de gneises graníticos, que se interpretan como “burbujas”, dentro de la masa ultrabásica. Los granitoides se pueden considerar como una aureola de metamorfismo de contacto que ha transformado a las rocas de caja alrededor de la intrusión ultrabásica (IGME, Marbella).

Las intercalaciones carbonatadas que se encuentran asociadas a los gneises granitoides, corresponden a mármoles de grano medio, muy granoblásticos, que contienen principalmente cuarcita, dolomita, olivino serpentizado y minerales opacos.

La estabilidad de la fibrolita, cuando los granates aparecen poco desarrollados, es sustituida cuando se avanza en el sentido de la intensidad del metamorfismo, por sillimanita, en forma de grandes cristales tabulares, bien sean orientados o formando agregados semiradiales. La aparición de esta sillimanita listonada, coincide con la de distena, más grandes y abundantes que las que contenían los micasquistos que precedían en la zonación mineral de gneises de sillimanita, biotita y plagioclasa. Es frecuente observar como las distenas se transforman en sillimanitas listonadas, encontrándose algunos cristales cuya exfoliación, refringencia y birrefringencia son del primer mineral, mientras que el ángulo de ejes ópticos corresponde al segundo.

Las filitas son satinadas, de grano fino y tonalidades gris azuladas y blanquecinas. Los minerales que constituyen estas rocas son: cuarzo, mica blanca, clorita, albita, cloritoide, calcita y en menor proporción óxidos de hierro, turmalina, apatito, circón, y muy raramente, andalucita.

Por último, a modo de islas, en la banda de los gneises bandeados en el Valle del Genal existen exposiciones de gneises granitoides blancos, más claros y homogéneos que otros gneis.

### La Depresión de Ronda

Después de señalar la geología que rodea a la Depresión de Ronda, por lo que se refiere a la Depresión en sí, se han realizado varios estudios geológicos, el último de ellos fue realizado por F. Serrano en 1979: *Los foraminíferos planctónicos del Mioceno Superior de la Cuenca de Ronda y su comparación con los de otras áreas de las Cordilleras Béticas*.

En el estudio micropaleontológico realizado por Serrano de la Cuenca de Ronda, define las siguientes formaciones: Tajo, Setenil, Gastor, Mina y Mesas.

- Formación del Tajo. Esta formación está constituida por un grueso paquete de conglomerados muy heterométricos que afloran exclusivamente en las cercanías de Ronda. En la base abundan los grandes bloques de hasta 50 cm. de diámetro, englobados en una matriz detrítica, hacia el techo, los cantos son, por término medio, de menor tamaño, y están englobados en un cemento carbonatado. La naturaleza de los cantos es variada, abundando los calizos, dolomíticos y areniscosos, procedentes de los materiales mesozoicos y del flysch terciario que aflora en las inmediaciones. Por su posición en la cuenca y su forma en conjunto, lleva a pensar que su génesis está ligada a un medio costero de topografía abrupta, semiacantilado, que recibía materiales transportados por fuertes corrientes. Estos materiales por su posición estratigráfica pueden fecharse en el Tortoniense superior. Estas facies conglomeráticas, hacia el norte son recubiertas por los niveles calcareníticos de la Formación Setenil.

- Formación de Setenil. Las areniscas calcáreas son los materiales más abundantes y característicos de la Cuenca de Ronda, ocupando en la mitad E. más del 70% de la superficie de la cuenca, hacia los márgenes la potencia se reduce y es frecuente la presencia de un conglomerado basal. Estas areniscas calcáreas se componen en la mayor parte de los casos de biocalcarentas, con escasos fragmentos de cuarzo. En todos sus afloramientos se observa una profusión de estructuras sedimentarias, las cuales, permiten diferenciar, dentro de estos materiales, episodios submareales, intermareales y supramareales.

El estudio micropaleontológico realizado por F. Serrano, sobre esta formación ha resultado ser poco fosilífera, con lo que el contenido faunístico ha permitido dar una edad con exactitud. Entre los escasos foraminíferos planctónicos encontrados se ha podido determinar *Globigerina bulloides*, *Orbulina universa*, *Globigerinoides gr. trilobus*, etc., una fauna característica del Mioceno superior. Sin embargo, el autor señala que por su posición estratigráfica y su correlación con otros materiales, se puede indicar que en esta formación están representados, al menos, desde la parte baja del Tortoniense superior, hasta el Messiniense superior.

Entre los foraminíferos bentónicos se encuentran *Elphidium*, *Ammonia*, *Cibicides*, *Lenticulina* (muy escasa) y algún

### *Miliolidae.*

La presencia de bioclastos, esencialmente, fragmentos de lamelibranquios, es importante a la hora de determinar el medio de depósito.

Teniendo en cuenta las características litoestratigráficas y bioestratigráficas, hay que suponer para esta formación un medio de sedimentación próximo a la línea de costa somero, de no más de 50 m., con fluctuaciones de la profundidad.

- Formación de El Gastor. En esta formación se han reconocido los siguientes tramos: un tramo inferior de arenas que hacia la base se hacen algo limosas; intercalándose entre ellas, aparecen también algunos niveles de conglomerados de cantos pequeños. Hacia el techo, las arenas son muy cuarzosas, están muy seleccionadas y aparecen algunos niveles de areniscas muy compactas, que pasan a las margas y limos arenosos suprayacentes de la Formación de la Mina.

En total, la potencia de la Formación de el Gastor sobrepasa los 500 m. en la secuencia tipo.

Son muy escasos los niveles que presentan un contenido en foraminíferos planctónicos que permitan fijar la edad con precisión. La fauna caracterizada se compone de *Globigerina gr. bulloides*, *Globigerina decoraperta*, *Globigerinoides gr. trilobus*, *Globigerinoides obliquus*, *Globigerinoides bulloideus*, *Globigerintita naparimaensis*, *Turborotalia continua*, *Turborotalia incompta*, *Orbulina spp.*, *Sphaeroidinellopsis seminulina*, *Globocadrina debiscens*, *Globocadrina globosa*. Además de esta fauna citada, en los últimos niveles aparecen *Turborotalia acostaensis* y formas asimilables a *Globorotalia dalii*. Esta asociación es característica del Tortoniense inferior.

La fauna bentónica procedente de los niveles de granulometría más fina, está compuesta por *Elphidium*, *Ammonia* y, más raramente, *Cibicides*, *Florilus*, *Cancris*, *Valvulineria*, *Bulimina*, etc, asociación característica de profundidades pequeñas. Se encuentran también restos de lamelibranquios y algunos dientes de peces.

Hay que pensar en un ambiente sedimentario de muy poca profundidad, pero con fluctuaciones del nivel del mar. Así, el tramo de turbiditas podría representar un episodio relativamente más profundo, en tanto que los niveles de arenas seleccionadas representarían episodios de playa o de muy poca profundidad.

- Formación de la Mina (Fig. 4.1.4.). Esta formación está compuesta por margas y limos arenosos, con una potencia mínima de 825 m. Esta muy bien representada en la mitad oeste de la cuenca y en todo el valle del río Guadalquivir.

En la parte oeste, la base de la formación reposa concordantemente, sobre el miembro Montajo de la Formación de El Gastor y sobre ella reposan, bien el miembro superior de la Formación de Setenil, o bien, las calizas de algas arrecifales de la Formación de las Mesas.

Los abundantes niveles margosos han suministrado faunas de foraminíferos planctónicos que han permitido su datación, como de la mayoría de las otras formaciones, por correlación estratigráfica con ésta. La base de la formación pertenece a la subzona de *Turborotalia acostaensis*, en función de la presencia del indicador zonal asociado con *Globorotalia merotumida*, *Globorotalia dalii* y *Turborotalia continua* y de la ausencia de *Turborotalia humerosa*, *Globorotalia pleisotumida* y *Globigerinoides extremus*. A partir de unos 250 m, por encima de la base se encuentra la subzona de *Turborotalia humerosa*, con asociaciones de *Globorotalia limbata*, *Globorotalia pseudomiocénica* y *Globorotalia pleisotumida*, que confirman esta edad. La potencia de esta subzona se puede estimar entre 100 y 175 m. Por encima de esta subzona, aparece *Globorotalia suterae*, indicador zonal de la subzona siguiente y última del Tortoniense. Esta subzona no está bien caracterizada por la escasez relativa del indicador zonal, con una potencia que puede señalarse, también, entre 100 y 175 m.

Por encima de esta subzona, empiezan a aparecer ejemplares atribuibles a la subzona de *Globorotalia mediterránea*, aunque es de destacar que en ningún momento esta especie es dominante. Por encima de esta subzona aparece *Globigerinoides elongatus*, indicador zonal de la última subzona del Messiniense. La potencia de la subzona de *Globorotalia mediterránea* puede estimarse en unos 180 m y la de *Globigerinoides elongatus* en 120 m, sin que esté representado su techo.

Entre los foraminíferos bentónicos aparecen *Cibicides lobalutus*, *Cibicides sp.* (*Heterolepa?*), *Siphonina bradyana*, *Sphaeroidina bulloides*, *Planulina spp.*, *Maginulina spp.*, *Lenticulina spp.*, *Ammonia beccarii*, *Elphidium crispum*, *Nonion spp.*, *Martinotiella spp.*

En lo que se refiere al medio de depósito de los materiales que componen esta formación, hay que pensar en un medio no costero, alejado de las zonas de marea, de aguas tranquilas y poco profundo (50-200 m.). Hay que destacar la presencia de *globorotalias* con costra calcítica (*Globorotalia "saphoe"*) y *Sphaeroidinellopsis*, formas frecuentes en aguas más profundas.

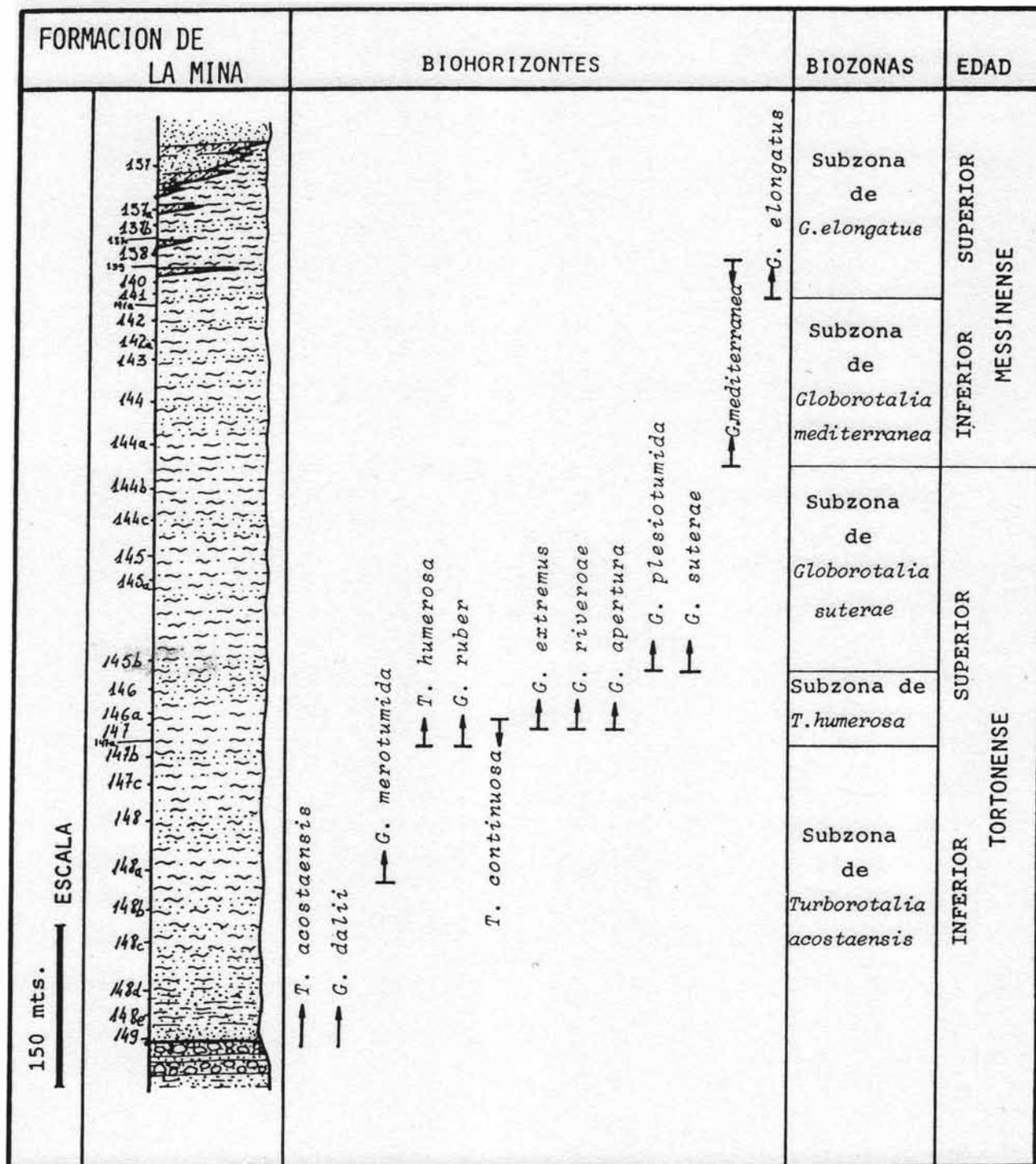


FIG. 4.1.4. Secuencia tipo de la Formación la Mina (F. Serrano)

Formación de las Mesas (Fig. 4.1.5). La secuencia tipo se observa en el talud de la meseta que corona el Cerro de Las Mesas, principalmente por sus caras norte y oeste. Esta formada esencialmente por un tramo de caliza de algas de la Formación de La Mina. La formación está representada, exclusivamente, en el Cerro de Las Mesas, en el Cerro de Los Villares y en dos pequeños retazos que aparecen al norte de este último.

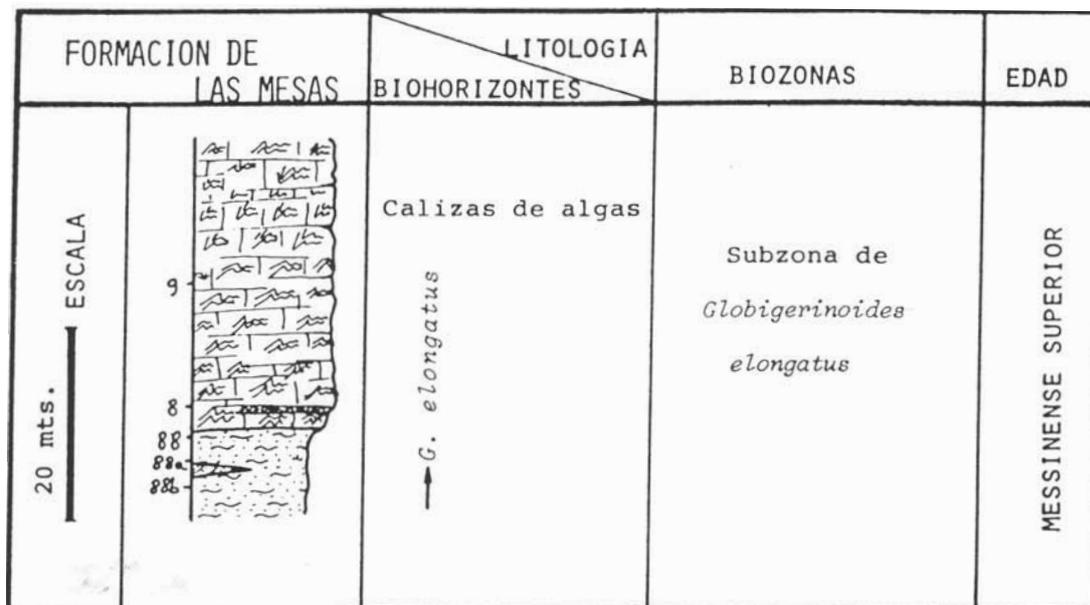


FIG. 4.1.5. Secuencia tipo de la Formación Las Mesas (F. Serrano)

Además de las algas, constituyentes mayoritarios de las calizas, se han encontrado restos de lamelibranquios litófagos y briozoos.

La posición estratigráfica de esta formación permite suponer que pertenece a la subzona de *Globigerinoides elongatus* (Messiniense superior), aunque no hay criterios paleontológicos para desechar una edad más alta.

En función de las facies, hay que pensar en un medio marino, poco profundo (menor de 100 m).

Estas dos últimas formaciones son en las que más insistiremos, ya que el asentamiento de Ronda la Vieja se sitúa en la cima de la formación Las Mesas, que litológicamente está compuesta por un paquete de caliza de algas de unos 30 m. de potencia, que reposa sobre las margas y limos arenosos de la formación La Mina, cuando el área que ahora nos ocupa, formaba una amplia bahía dentro del brazo de mar que unía el Mediterráneo con el Atlántico, hace unos diez millones de años.

Estas rocas, permeables y relativamente resistentes a la erosión, en alternancia con las capas de arcilla, ofrecieron buenas posibilidades para el asentamiento humano (cuestas y cerros testigos fácilmente accesibles) y manantiales de pequeño caudal. La Mesa de Ronda la Vieja y La Mesa de los Villares son retazos cortados por la erosión, de capas resistentes, más o menos horizontales de caliza, situadas sobre roca blanda, formando así, los limos y las arcillas, el sustrato de la mayor parte de la tierra arable de la Depresión.

Dentro de la Depresión de Ronda hay que señalar **zonas biogeográficas**:

La necesidad de establecer una serie de divisiones dentro del conjunto considerado, es decir la totalidad de la denominada Depresión de Ronda, viene determinada no sólo por el hecho de que existen claras diferencias morfológicas y de otro tipo, sino también, porque consideramos que es la mejor manera de acercarse a la valoración e interpretación de los resultados obtenidos en los trabajos de prospección arqueológica superficial desarrollados en el marco de la Depresión.

Las diferencias topográficas resultan evidentes entre el conjunto de la Depresión y la meseta de Ronda, pero estas diferencias son perceptibles desde las propias expresiones populares, cuando se distingue entre una parte a la que denomina “la meseta”, entendiéndose por tal, la zona mas llana o suavemente ondulada, más alta y situada al NE-E y S

de la Depresión y “las campiñas”, más bajas y abiertas, situadas al SO-O y N de la misma. Esas diferencias se deben, sobre todo, a la red hidrográfica y a la litología y estructuras geológicas, siendo estas diferencias de tal alcance que han determinado que la Depresión pertenezca a dos cuencas hidrológicas diferentes, como son las del Guadalete y Guadiaro, lo que significa también que las aguas de la Depresión desaguan a dos mares diferentes, el Mediterráneo y el Atlántico. Este singular fenómeno, al menos entre las depresiones intrabéticas, queda definido topográficamente por una línea de pequeñas cumbres u ondulaciones suaves que constituyen un umbral divisorio interno de la Depresión. Este umbral constituye una especie de anticlinal que ha deformado la primitiva superficie miocénica y ha contribuido a la organización de la red hidrológica.

Así pues, la primera división establecida constituye las dos grandes unidades a considerar y sobre las que se establecerán las divisiones, dejando aparte como una unidad propia en sí misma, la línea divisoria, Sierra de las Cumbres.

La meseta es el resultado de una serie continuada de levantamientos o diapirismo postorogénicos que son los responsables de la retirada del mar tortoniense-messiniense y en parte, -aunque aquí no existe unanimidad-, de la instalación y jerarquización de la red hidrográfica. Pero lo que aquí nos interesa no es el origen o los mecanismos del proceso sino sus resultados, el espectacular cañón del “Tajo de Ronda” es el rasgo más conocido de la meseta de Ronda, pero este no es el único cañón, ni siquiera el más largo, pudiéndose contabilizar los del Tajo del Abanico, al SO de Ronda, por el que discurre el Arroyo de Sijuela y los del Arroyo del Espejo, del Arroyo de la Ventilla, de la cabecera del Guadalquivir o los del río Setenil, a su paso por este pueblo gaditano. El conjunto de la zona por la que discurren estos cauces encajados, constituye el núcleo central de la meseta, caracterizada por un típico relieve tabular, ocasionado por la acción de las aguas superficiales y la red hidrográfica, actuando sobre la molasa triásica, que proporciona suelos poco evolucionados, con garriga, encinares y repoblaciones de pinos y cultivos anuales de secano u olivares. En las zonas bajas, junto a los cauces se encuentran algunos de los más interesantes bosques de ribera mejor conservados de la Serranía.

Una de las características más interesantes de esta extensa meseta arrasada es la existencia en las cabeceras de algunos de estos cañones, de unas depresiones u hoyas, conocidas como calderas, de la que es prototipo la caldera del Tajo de Ronda, situada a la salida del desfiladero que le da nombre y previa a un nuevo encajamiento del Guadalquivir, a su paso por el paraje de “El Lourdes”, antes de la confluencia con el Guadalquivir. Estas formaciones son de origen fluvial al sobreponerse a los niveles de fondo de la molasa, constituidas por arcillas miocénicas y delimitadas por bordes más o menos escarpados, formados por los niveles molásicos. Estas hoyas, en especial, las situadas a la entrada y salida del “Tajo”, muestran un paisaje de campiña más abierto que el resto de la meseta, donde se encuentran parte de las escasas huertas y donde se han centrado, desde antiguo, los cultivos y los asentamientos humanos más permanentes.

Otra subdivisión de la meseta, está constituida por los propios bordes de la misma en su contacto con las formaciones de calizas jurásicas que la delimitan por el este y sur, sierras de Los Merinos, Blanquilla, Hidalga y Oreganal. El contacto se hace de forma generalizada a través de superficies suavemente inclinadas, que se extiende desde el SO de Ronda, cabecera del Arroyo de Sijuela al SE, en la zona de “Los Llanos”, continuando hacia el E con, el considerado por algunos (Rodríguez, 1977:62), glaciares de “Los Llanos” y superficies de erosión recientes, cuaternarias, afectadas por fallas transversales, aún más recientes. Esta misma superficie inclinada cuaternaria se extiende hacia el norte, confundiendo con la propia molasa terciaria arrasada, que es la meseta.

La proporción de caliza en la molasa miocena de este sector NE es considerablemente mayor que en el resto de la Depresión. Esto unido a que el sustrato jurásico, fosilizado por la sedimentación terciaria, aparecería ya, con toda probabilidad ondulado, ha conducido a una acumulación de aguas y a una activa disolución, que ha terminado por crear una serie de cubetas cársticas (Las Navetas), especie de grandes dolinas de cientos de metros de diámetro. En el interior de algunas de estas depresiones, ha habido pequeñas lagunas o humedales hasta fechas recientes, lo que ha dado lugar a una acumulación continental con débiles espesores de yesos y sales, procedentes de la disolución de afloramientos triásicos (Laguna del Juncal). Pero en general, ha predominado la disolución sobre materiales calizos, o de matriz caliza, mucho más abundantes, hasta el punto de que, en todo el ángulo N-NE, de la meseta, se han formado considerables espesores de suelos rojos climáticos que sirven de base a una típica zona adhesionada, donde las zonas cultivadas de fondo de las depresiones, alternan con una espesa vegetación, principalmente de encinas y carrascas en los bordes (Rodríguez, 1977).

Por último, hay que considerar como unidad independiente la vega del Guadalquivir desde el Puerto del Monte, en el límite entre las provincias de Málaga y Cádiz, a la confluencia con el Guadalquivir, a partir desde donde se considera formado el Guadalquivir. Este espacio de forma triangular, con vértice en el Puerto del Monte y base en Cerro de El Murex y la elevación donde se sitúa la ciudad de Ronda. Delimitado al norte, por las laderas de la Sierra de la Sanguijuela, Cumbres y Salinas y los bordes de la meseta molásica, al sur. Constituidos por una base de areniscas calcáreas, arcillas margosas y limos de origen marino y edad Tortoniense y Messiniense. El espacio supone la zona de circulación del Guadalquivir, que aquí recibe el tributo de los afluentes que atraviesan la meseta rondeña y los cortos y escasos cursos de la cara sur de la próxima Sierra de las Cumbres. Son una estrecha faja de tierras muy fértiles, que en régimen de minifundio, son cultivadas para huertas, al menos desde época romana, que también se instalan en los escasísimos restos de terrazas cuaternarias.

En resumen, la Meseta de Ronda, puede considerarse dividida en tres grandes unidades biogeográficas:

- La propia meseta molásica, con sus cañones y calderas.
- Los bordes de la meseta, con sus lagunas y humedales.
- La Vega del Guadalquivir.

La otra gran área de la Depresión, que considerábamos era “la campiña”, situada al norte y oeste, es factible dividir en una serie de zonas biogeográficas.

En primer lugar consideremos una unidad que representa una de las formas morfológicas más destacada de la Depresión, el curso alto del río Guadalquivir, que discurre por un auténtico golfo geográfico de 500 m de altitud s. n. m., lo que constituye la altura inferior de toda la Depresión. Esta fosa se extiende desde la Sierra de Libar, hasta las faldas de las Sierras de Endrinal y Pinar, en las inmediaciones de Grazalema.

El borde sur del golfo esta formado por la “Meseta de Montejaque”, una superficie del final del Mioceno, arrasada a una altura de 800m. de altitud. Se trata de un paisaje tabular de origen estructural, muy similar a la Meseta de Ronda, en el que se han encajado cursos de agua tributarios del Guadalquivir y no del Guadalquivir. Estos cursos, el Gaduares y el Arroyo del Cupil, surcan una especie de fosa tectónica, que en el caso del Gaduares, termina en las proximidades de la entrada del complejo hipogeo de Hundidero-Gato, para reaparecer en la falda sur de la Sierra de Libar, por la boca de la Cueva de El Gato, donde se funde con el Guadalquivir. El Arroyo del Cupil circula desde el puerto de Montejaque, umbral de la cuenca del Guadalquivir, hasta su confluencia con el Guadalquivir, a escasos metros de la formación de éste, por la unión del Guadalquivir y Guadalquivir, cursos principales de la meseta rondeña.

En el NO de este golfo geográfico se localizan dos elevaciones muy destacadas topográficamente, las Sierras de Malaver-Lagarín. Este espacio se estructura entorno a las elevaciones centrales de Malaver a occidente y Lagarín a oriente, separadas por el Arroyo de las Angosturas, tributario de él de Montecorto, que discurre por el sur, hacia el Guadalquivir. Con elevaciones máximas de 1.123 m. s. n. m. en Malaver y 1.068 m., en el caso de Lagarín, lo que contrasta con los 600m. de altitud media en las zonas inmediatas. Ambas elevaciones están formadas por calizas de sílex, calizas oolíticas y dolomíticas, de origen polémico, desde el punto de vista geológico. Estas elevaciones emergen como puntos muy destacados del entorno, lo que les confiere unas destacadas condiciones de control, que unido a sus recursos de origen geológico, sílex, piedras duras, minerales de hierro, pelitas, han hecho de ellas puntos muy atractivos en el interior de la Depresión para los habitantes de la zona.

En el centro de las campiñas y con una marcada dirección N-S aparecen la conocida formación de Las Mesas, que tiene sus máximas individualidades en la Loma del Moro y la de Ronda la Vieja, esta con 1.003 m. de altitud, y otras menores como la de los Villares o testimoniales como los Castillejos. De su interés, desde el punto de vista del poblamiento antiguo, da fe el hecho de que los topónimos que los identifican son de conocida e indudable tradición arqueológica. Se trata de los restos de depósitos terciarios del mar Tortoniense, calizas de algas y biocalcareniticas, que levantados por los movimientos de fondo postorogénicos, han ocasionado un típico relieve en cuesta, a veces dobles, por efecto de fallas recientes, que han afectado a los estratos mas resistentes de la alternancia de estratos duros y blandos de la sedimentación marina.

Los frentes de cuestras, con una dirección dominante SO; adquieren una posición dominante sobre el relieve que la circundan, en especial hacia el O y N. fosa del Guadalete, que en el caso de la Mesa de Ronda la Vieja es total, al tener hacia el E el valle del río Setenil y al sur una depresión de 2 Km en línea, que la separa de la Loma del Moro. Por su parte, la Loma del Moro constituye una elevada y extensa meseta que se prolonga hacia el SE, formando parte de la Sierra de la Sanguijuela. Su extremo NO esta perfectamente individualizado por el N. O y S. formando un espolón conocido por la Silla del Moro o Caracote, con una altura máxima de 902m. s. n. m.. El extremo suroccidental de esta elevación de la Sierra de la Sanguijuela, es el Cerro de Cueva Bermeja, con una altitud de 620m., perfectamente diferenciado del Valle del Guadiaro, formado a su altura por la confluencia de los ríos Guadalquivir y Guadalquivir.

La alineación de las mesas y las estribaciones occidentales de la Sierra de la Sanguijuela forman una serie de elevaciones en sentido N-S, que poseen el dominio visual y físico de todos los accesos occidentales de la Depresión. Además, su cercanía a las mejores tierras de la Depresión, las campiñas, y la reserva de los pequeños acuíferos en sus subsuelos, dadas las alternancias de las capas litológicas, calcarenitas y calizas de algas en la superficie y arcillas intercaladas, permiten la existencia de fuentes de surgencia permanente en la base de las elevaciones. Todo ello les confieren a estas alineaciones N-S unas excepcionales condiciones para el asentamiento humano.

Hacia el Norte y Este se extiende una amplia unidad biogeográfica formada por las tierras llanas y alomadas de los Villalones y la mayor parte de los términos municipales de Setenil y Alcalá del Valle, en la provincia de Cádiz. Esta unidad esta delimitada por el Sur, por las Sierras de la Sanguijuela, de las Cumbres y Salinas, que constituyen la división interna de la Depresión; por el Este, por las Sierras de Carrasco, del Borbollón y Blanquilla; mientras que por el norte, la delimitación está constituida por un umbral litológico que forma la Loma de la Cordillera, que separa los llanos de la alargada fosa por donde se encaja en las areniscas cuarzosas del Aljibe, la cabecera del río Corbones, afluente del Guadalquivir.

Por estos llanos y campiñas discurren los ríos y arroyos Setenil, Guadalporcún, Trejo, Galapagar, etc., que conforman la cuenca del Guadalete en la zona Norte de la Depresión. Estas tierras constituidas por areniscas calcáreas bioclásticas y margas, con amplias zonas de arcillas, limos y arenas, con gasterópodos del Mioceno superior, que son la base para las mejores tierras de cultivo cerealistas de secano, constituyendo un monocultivo en la zona, con algunas zonas de olivar.

En resumen, la segunda gran zona de la Depresión, la campiña, podía quedar dividida en:

- El golfo geográfico del Guadalete, con las unidades de la meseta de Montejaque y las elevaciones de Malaver-Lagarín.
- Las Mesas y la Loma del Moro, incluyendo el borde occidental de la Sierra de la Sanguijuela.
- Las campiñas y llanos de los Villalones, Setenil y Alcalá del Valle.

Por último, la propia línea de la división de la Depresión constituye una unidad en sí misma, al estar plenamente individualizada entre el valle del Guadalquivir, que discurre de NE a O y la cabecera del río Setenil, que lo hace de S. a N. La alineación de calcarenitas, con intercalaciones de arcillas y limos, tiene una disposición muy continua desde el SO al NE, con su máxima elevación en el Cerro de las Salinas, de 954 m. de altitud. El extremo occidental de la alineación tiene una serie de prolongaciones en sentido Norte, Loma del Moro, englobada en la formación Las Mesas. Con una anchura de varios km, 4 de media, presenta un paisaje de bosque de encinas, bastante espeso, aunque en los últimos años se han producido una serie de aberturas en la masa boscosa para implantar cultivos de secano. Aunque el mayor interés de la zona es su privilegiada posición dentro de la Depresión, con un acusado control de ambas zonas, la meseta y la campiña y el acceso de la misma desde el Este, a través de la cabecera del Guadalteba, afluente del Guadalquivir. Dentro de la cadena, en su extremo oriental, Sierra de las Salinas, se encuentran mineralizaciones de hierro explotadas hasta los comienzos del presente siglo, e interesantes afloramientos de sal disuelta en las surgencias, que se localizan en la base norte del Cerro de las Salinas, hecho del que recibe el nombre.



## Capítulo 5. EL ASENTAMIENTO

### 5. El asentamiento de Ronda la Vieja

El yacimiento arqueológico de Ronda la Vieja, que corresponde a la ciudad romana de Acinipo, se sitúa en una gran “mesa” de calizas de algas de origen Mioceno Final o Plioceno, con una altitud máxima de 1.004 m (Fig. 5.1.). La gran Mesa de Ronda la Vieja es un gran cerro testigo, que junto a los Castillejos y el Cerro de los Villares, son los únicos restos que quedan de la antigua formación de arrecife. En el caso de la Mesa de Ronda la Vieja, las posteriores dislocaciones, ocasionadas por los movimientos de base que elevaron la Depresión molásica, provocaron una marcada inclinación contraria este-oeste, fruto de una fractura provocada por esos mismos movimientos. Ello ha provocado la existencia de una pequeña meseta, separada del resto por una suave vaguada fluvial, donde se realizaron las intervenciones arqueológicas de mayor extensión. La diferencia de inclinación queda destacada por la diferencia de altitud 1.004 m, en el extremo noroeste de la Mesa, mientras, que la pequeña meseta oriental sólo alcanza los 920 m. Esta diferencia de altitud queda explicada por la apreciable inclinación estructural que presenta la gran plataforma caliza, con un fuerte basculamiento en sentido oeste-este, mientras, que esta pequeña meseta secundaria tiene una suave inclinación en sentido contrario, debido a una falla tectónica que hizo que la parte noroeste de esta meseta se hundiera, apareciendo como un labio hundido a un nivel inferior, aunque con una morfología similar.

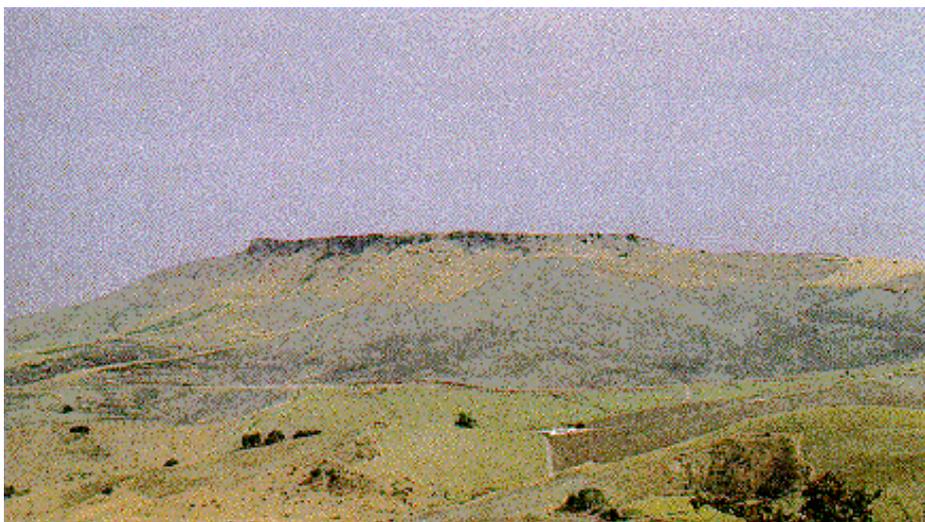


FIG. 5.1. Vista de la Mesa de Ronda la Vieja desde el sur

La situación de este asentamiento, con respecto al resto de la zona norte de la Depresión de Ronda (Fig. 5.2.), le proporciona un valor estratégico y de dominio visual del territorio que lo rodea, y la posibilidad de establecer contactos comerciales con otras áreas, factores que han sido determinantes para emplazar aquí un núcleo poblacional de gran antigüedad y marcada permanencia, como nos han demostrado las excavaciones arqueológicas que en este yacimiento se han ido desarrollando.

#### 5.1. Excavaciones arqueológicas realizadas (Fig. 5.1.1.)

Las excavaciones efectuadas en este asentamiento han puesto al descubierto una secuencia estratigráfica que, arrancando del III milenio a. C., llega hasta los momentos de declive y abandono de la ciudad romana de Acinipo.

#### Secuencia en la zona este (Fig. 5.1.2.) (Fig. 5.1.3.)

En esta zona, la secuencia estratigráfica se inicia sobre la misma roca madre (caliza), situada a -6.60 m. de profundidad con respecto al punto cero, situado en la parte más alta de la zona en excavación.

En primer lugar, se documentó un grueso paquete de estratos, de 1.10 m de potencia, en el perfil norte, y 55 cm, en el perfil oeste, con una clara inclinación norte-sur que sigue el buzamiento de la roca. En este paquete hemos distinguido tres niveles, pertenecientes a un mismo momento cronológico. El primero, formado sobre la roca, presenta un color rojizo y es un nivel claro de habitación, correspondiente a una cabaña del Bronce Antiguo con todos sus elementos documentados in situ. Sobre este paquete se da un claro nivel de derrumbe de piedras con tierra gris, cenizas, carbones y adobes quemados y por encima de estos, otro nivel constituido, exclusivamente, por adobes caídos del muro de la cabaña. El nivel de adobes, muy descompuestos y sin formas precisas se extendía por el interior de la cabaña, mientras,

las piedras se ceñían a la zona contigua al muro, lo que indica que sobre el zócalo de piedras se eleva una cubierta vegetal y de barro.

El material correspondiente a esta cabaña es claramente de la primera mitad del IIº milenio a. C., con orzas de almacenamiento carenadas o de suave perfil en "s", cuencos semiesféricos, ollas, vasitos carenados y abundantes pesas de telar redondas, con dos o cuatro agujeros, concentradas en un lugar muy definido de la misma. A todo ello, hay que unir un brazalete de arquero y un botón de perforación en V, así como, fragmentos incisos campaniformes, documentados al exterior de esta vivienda en la ladera sur.

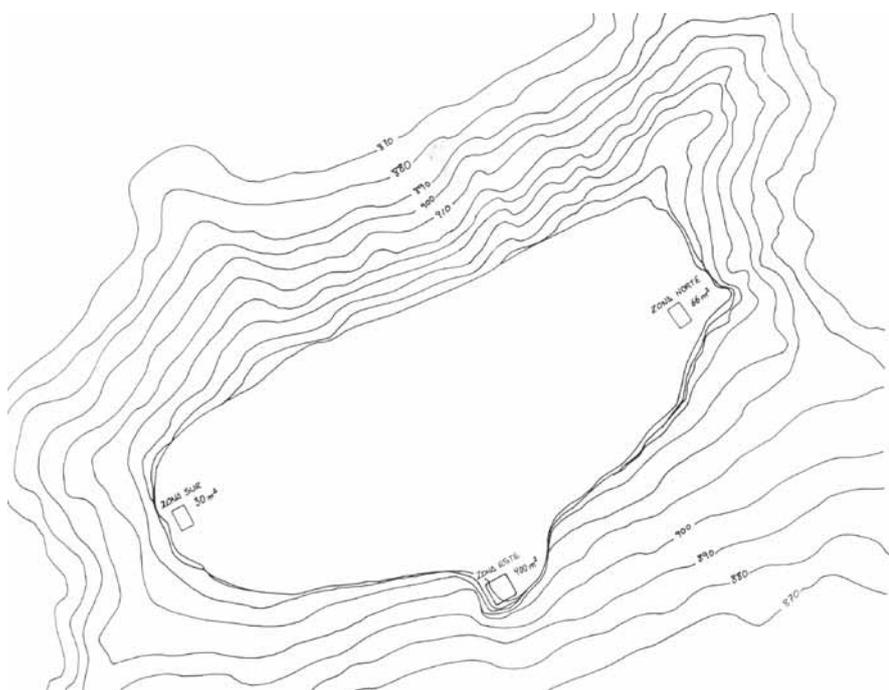


FIG. 5.1.1. Mesa de Ronda la Vieja (Acinipo). Áreas de excavación

Estos materiales, correspondientes a la **Edad del Cobre** (III-II milenio a. C.), no se hayan podido relacionar en esta zona con estructuras constructivas, sin embargo, este asentamiento en el III-II milenio a. C., podría corresponder a uno de los muchos que existen en la Depresión, y que estarían relacionados con la gran concentración de necrópolis megalíticas que se encuentran muy próximas a estos asentamientos.

Por lo que se refiere al patrón constructivo, correspondiente al II milenio en esta zona del asentamiento, se trata de cabañas aisladas unas de otras, de forma oval, con ejes de unos 5 m. que se sitúan en terrazas o superficies escalonadas, conseguidas artificialmente, definidas y protegidas por gruesos muros de piedra de considerable tamaño, que presentan una cara regular hacia la terraza que definen, mientras, que la cara que sirve para contener la tierra y piedras de la terraza es irregular, y se sitúa en un nivel superior. Estas terrazas están realizadas aprovechando la inclinación natural del terreno y el relleno arqueológico precedente, formándose una explanación artificial definida por los muros de contención que funcionan a modo de paratas, y, a veces, de pared trasera de las cabañas. Dos son los escalones o terrazas construidos que se han registrado en esta zona de Ronda la Vieja, de las que, sólo la superior se ha podido excavar en alguna extensión, pudiendo documentar buena parte de la cabaña oval descrita más arriba. La zona más próxima al muro de contención tiene la propia roca como pavimento, mientras que la otra mitad, conserva el relleno arqueológico previo, que por los materiales que contenía, pudo datarse en el cambio del III al II milenio, mostrando, como ya se ha señalado, un cierto grado de mezcla de materiales de etapas más antiguas.

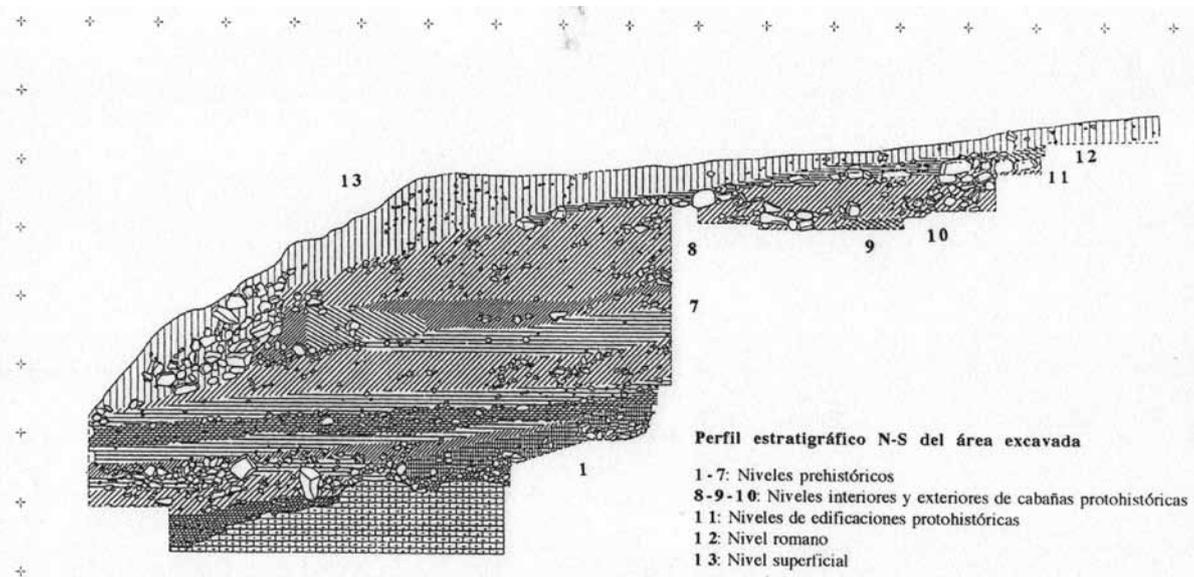


FIG. 5.1.2. Secuencia estratigráfica de la zona este del asentamiento



FIG. 5.2. Mapa topográfico de la Depresión de Ronda

El conjunto de la cultura material del interior de la vivienda y sus alrededores se ha fechado en la primera mitad del II milenio a. C., lo que se ha ratificado por una serie de fechas de C-14, procedentes de los niveles de uso de la cabaña y de su derrumbe:  $3.580 \pm 100$  BP ( $1630 \pm 100$  a. C.) y  $2980 \pm 90$  BP ( $1030 \pm 90$  a. C.);  $3650 \pm 80$  BP ( $1700 \pm 80$  a. C.), dataciones realizadas por Teledyne Isotopes. Como es evidente, la segunda fecha resulta demasiado moderna con respecto a las otras dos y a las expectativas derivadas de la cultura material. Se ha procedido a volver a fechar de las muestras en la Universidad de Granada, para verificar en lo posible esa disparidad, siendo los resultados de  $3640 \pm 80$ , para la segunda, y  $3720 \pm 70$ , para la tercera. Así mismo, se ha determinado la fecha de la misma cabaña con el resultado de  $3640 \pm 70$  BP. La calibración determinada con el método de G. W. Pearson, M. Stuiver y P. J. Reimer, de estas tres últimas dataciones, arroja un resultado de entre 2185 y 1890 ANE; 2350 y 1930 ANE; 2200 y 1786 ANE.



FIG. 5.1.3. Vista aérea de la excavación en área de la zona este

La segunda terraza, situada más abajo, queda definida por otro potente muro de contención que delimita su superficie, delante del cual se abre un nuevo espacio construido en el que sólo hemos podido documentar parte de los arcos de muro de dos cabañas ovales que se extienden hacia el sur. Ello indicaría que fueron utilizadas como nivel de habitación durante algún tiempo y, en un momento dado, parte del terreno sobre el que se asentaban se desprendió, lo que provocó la pérdida de más de la mitad de la construcción.

Después del derrumbe de la cabaña tuvo lugar el arruinamiento del resto de las construcciones de aterrazamiento asociadas a ella. Este hecho produjo un nivel compuesto por abundantes piedras y tierra de color gris.

Esta serie de estratos, con casi dos metros de potencia, son claramente de una misma etapa cultural, que por la descripción del material hemos asignado al **Bronce Pleno**. La existencia de brazaletes de arquero, un botón de hueso o marfil de perforación en V y algún fragmento de campaniforme, nos induce a incluir el paquete de estratos más profundo en el Bronce Antiguo, y los siguientes en el Bronce Pleno, con paralelos en poblados del Bajo Guadalquivir como Setefilla, Santa Eufemia y Cerro de El Berrueco.

Por encima del nivel del derrumbe de las estructuras correspondientes al Bronce Pleno, se documentaron una serie de niveles, con una alternancia de colores pardos y grises, que forman una plataforma horizontal con una potencia de 1.5 a 2 m., – que o bien fue creada artificialmente o es producto de la erosión que en esta zona actúa de manera especialmente acusada –. El escaso material arqueológico, aparecido en este nivel, no se encontraba en posición original; se documentaron varios fragmentos neolíticos (cordones incisos, asas de cinta, almagras y un gran cucharón), mezclados con otros del III y II milenio a. C., aunque no se documentó nada a torno. Esta inversión de materiales la interpretamos en un primer momento como fruto de la erosión de zonas más altas del yacimiento arqueológico, después del abandono del lugar en un momento indeterminado del IIº milenio, situándose el hábitat en otra zona de la Mesa durante esta época. El estrato negro superior, de aspecto muy similar al nivel actual superficial, contenía varios animales muertos (perro, vaca y oveja), lo que junto al escaso material, nos llevó a considerarlo como un basurero de la segunda mitad del IIº milenio. Este estrato se consideró estratigráficamente durante la excavación como un **hiato ocupacional** en el que parece que se abandona el lugar durante un largo periodo de tiempo, no volviéndose a ocupar hasta los primeros siglos del I milenio a. C.

En el estudio geoarqueológico de esta secuencia estratigráfica realizado por Olga Garrido en su tesis doctoral (1998), ha llegado a individualizar los procesos que han generado el yacimiento arqueológico, detectándose períodos de estabilidad e inestabilidad erosiva que han afectado al paisaje y a la propia secuencia estratigráfica de este asentamiento. Los períodos de inestabilidad vienen señalados por la formación en el registro sedimentario de potentes paquetes de tierra que demuestran la vulnerabilidad de las laderas. Los períodos de estabilidad, en momentos de no ocupación, se ponen de manifiesto por el desarrollo de horizontes de suelo, en unos casos de horizontes húmicos y en otros, además, de cámbicos.

Estos niveles se forman como producto de la erosión y a partir de ellos durante un periodo de estabilidad se formó un horizonte de suelo en el siglo X a. C.

Por encima del estrato correspondiente al hiato, tenemos dos estratos, uno superior más rojizo, correspondiente a las estructuras de cabañas, y otro inferior, gris con abundante carbón y muy compacto, que corresponderían a la etapa protohistórica, **Bronce Final Reciente** (siglos IX-VIII a. C.). Este estrato, con unos 70 cm. de desarrollo, no presenta estructuras claras de habitación, documentándose una gran aglomeración de piedras, observables en el perfil norte, que describía un arco o una alineación curva de un cuarto de óvalo, a base de pequeñas piedras, continua, pero mal trabadas. Los materiales pertenecen arqueográficamente al Bronce Final, aunque en la parte superior de este estrato, aparecen ya las primeras cerámicas fabricadas a torno (polícromas, barniz rojo y ánforas). De ahí, que hallamos distinguido dos momentos dentro del Bronce Final Reciente en esta zona del asentamiento: uno precolonial, que aquí tiene escaso desarrollo, y otro con cerámicas a torno, al que pertenecen todas las estructuras conocidas. El material de ambas fases es muy parecido por lo que respecta a la cerámica a mano, marcando la diferencia, la aparición de los nuevos tipos cerámicos a torno.

La secuencia del I milenio se iniciaría con una documentación muy fragmentaria y oscura de los primeros siglos lo que se puede considerar un Bronce Final, anterior a la introducción del torno, que abarcaría los inicios del siglo VIII a. C., y que por su cultura material y las mal documentadas estructuras correspondientes, dibujan un ambiente de Bronce Final de marcado carácter local, en donde abundan las cerámicas con decoración de motivos geométricos, grabados, o las decoraciones sobre formas y técnicas típicas del horizonte Cogotas (Fig. 5.1.4).

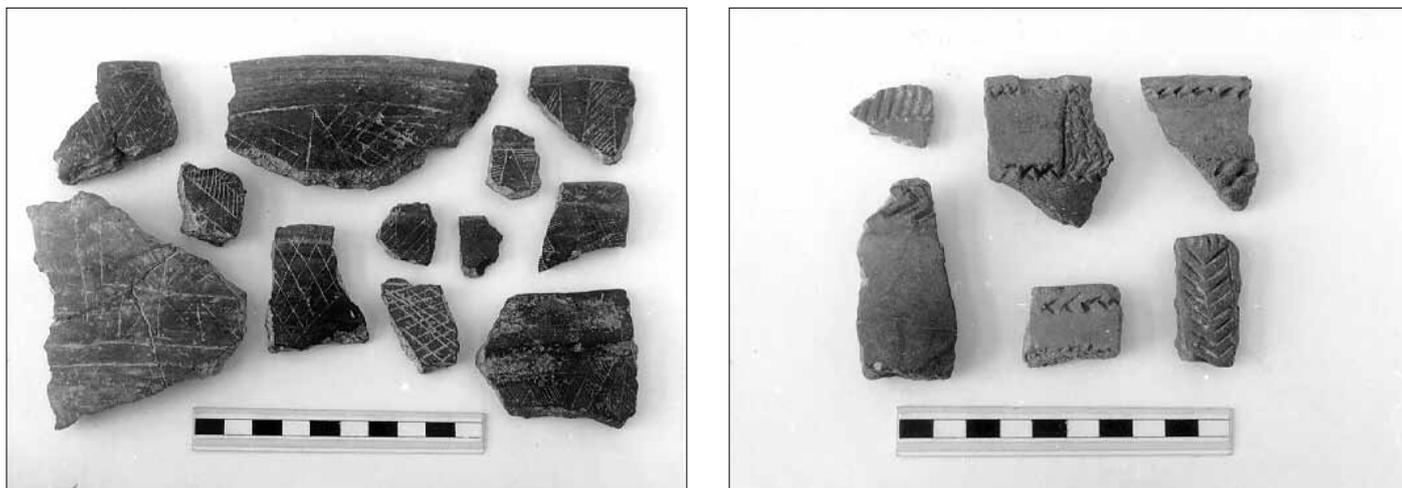


FIG. 5.1.4. Fragmentos de cerámica a mano con decoración esgrafiada (izda.) y tipo Cogotas (drcha.)

Sobre este horizonte local se desarrollan una serie de fases constructivas que se generalizan a toda el área investigada del asentamiento (Fig. 5.1.5.), y que se inician con la construcción de una serie de unidades de habitación de planta circular y rectangulares, con zócalos de piedra de 0.5 m. de altura y diámetros de 5 m., o superficies de 6 a 8 m<sup>2</sup>, estas construcciones corresponden a cabañas circulares alineadas, que han aparecido junto a otras de planta rectangular con un hogar en el centro de las mismas (Fig. 5.1.6.). A estas construcciones siguen en zonas determinadas del yacimiento, otras muy diferentes, compuestas por edificios de varias habitaciones articuladas, definidas por tabiques que parten de muros “maestros”, construidos sobre fosas de cimentación (Fig. 5.1.7.). Tras esas construcciones, que dejan de utilizarse en un momento posterior, vuelven a construirse cabañas circulares, iguales a las de épocas precedentes en los niveles superpuestos a estas construcciones (Fig. 5.1.8.).

Desde los inicios de las fases constructivas propuestas, la cerámica cuenta con fragmentos fabricados a torno, en un porcentaje creciente con respecto a las fabricadas a mano. Ese porcentaje alcanza niveles muy aceptables en el interior de las propias cabañas circulares o rectangulares, llegando a alcanzarse proporciones de un tercio para el torno y dos para la mano. Estos porcentajes tienden a ir cambiando a lo largo de la evolución de las estructuras, hasta invertirse, de forma que al final de la secuencia constructiva, la cerámica a torno alcanza la mayoría. La aparición del torno aporta una nueva técnica para la fabricación de cerámica, además, de introducir nuevas formas, tales como, el ánfora, los platos de barniz rojo, los pithoi y jarros con decoraciones polícromas. Por lo demás, el conjunto material es prácticamente

el mismo, aunque, se generalizan, ahora, las ollas a mano con borde algo exvasado, fondo plano y decoración incisa e impresión de dedos. Los platos de fondo plano y labio engrosado con media caña hacia el interior se fabrican, ahora, en versión torno, con barniz rojo o pasta gris (Fig. 5.1.4b.), siendo éste el tipo más antiguo de las cerámicas grises del poblado (5.1.9.). El torno parece arraigar con fuerza desde su aparición en el poblado, aunque, nunca llega a imponerse del todo a lo largo de nuestra secuencia, ya que, antes de ser abandonado el asentamiento se siguen fabricando cerámicas a mano en una proporción apreciable. Este abandono debió ocurrir durante el siglo VII a C.



FIG. 5.1.5. Vista aérea de la alineación de viviendas protohistóricas

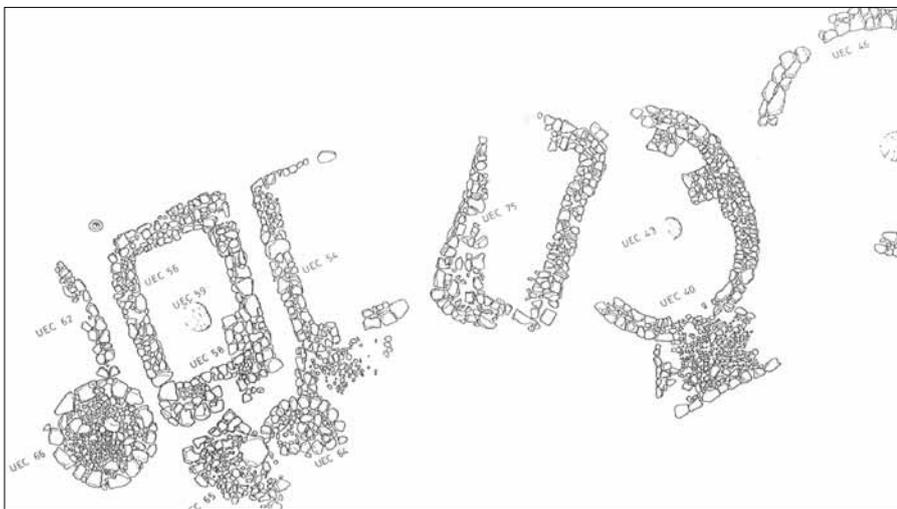


FIG. 5.1.6. Planta de las construcciones protohistóricas (II, III, IV fases constructivas)

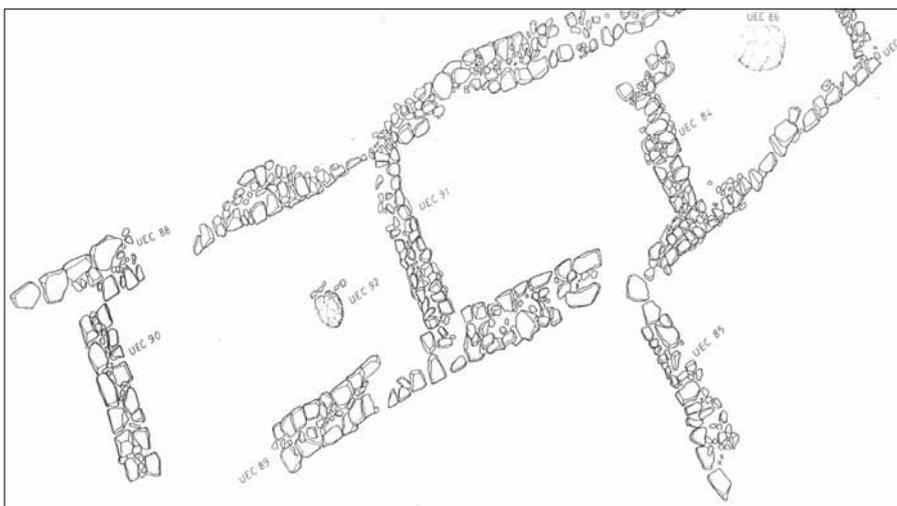


FIG. 5.1.7. Planta de las construcciones protohistóricas (V y VI fases constructivas)

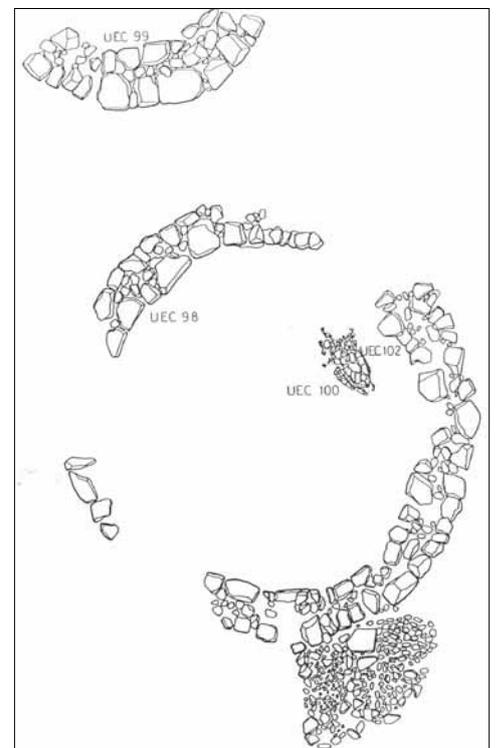


FIG. 5.1.8. Planta de las construcciones ovales más recientes (VII fase constructiva)

Las cerámicas a torno están dominadas por las formas de barniz rojo, las pintadas polícromas sobre pithoi de asas bífidas y vasos tipo “Cruz del Negro” y sobre todo abundantes ánforas del tipo “R 1” de Vuillemot, “A” de Benoit o 1 de Maass de Lindemann, que tienden a ir incrementándose de forma muy significativa a lo largo de la secuencia (Fig. 5.1.10).

Esta secuencia constructiva de la etapa protohistórica está bien fechada, ya que fue posible contar con una serie de fechas de C-14, que abarcan desde el 2.770±90 BP (820±90 a C.), a 2.650±90 BP (700±90 a C.), o 2.640±180 BP (690±180 a C.), fechas obtenidas por Teledyne Isotopes, pudiendo llegar a alcanzarse los primeros años del siglo VI.



FIG. 5.1.9. Fragmentos de cerámica a torno con barniz rojo (izda.) y plato de cerámica gris a torno (drcha.)

Las casas del Bronce Final y su ordenación en el mediodía peninsular responden a modelos propios de una sociedad prehistórica, que incluso, en el caso del sureste y la Alta Andalucía, pueden ser el resultado de un cierto retroceso con respecto al “urbanismo” que se encuentra allí durante el Bronce Pleno, desarrollado por la cultura argárica. Estas casas tienen cierta unidad en su planteamiento general, con cabañas de planta, de tendencia, oval, sin una disposición definida sobre el terreno, pero adaptándose a las mejores condiciones de orientación y al mejor aprovechamiento de la topografía de lugares escogidos para el asentamiento. No obstante, existen diferencias en las técnicas constructivas que estarán en función de variantes locales, basadas en tradiciones propias o en las posibilidades que le brinde el medio, de modo que, el uso de grandes cantos rodados, de piedras sin carear, de adobes, o la simple excavación de un terreno blando, puede relacionarse con construcciones anteriores en las mismas zonas, o en la disponibilidad de materiales para su construcción.

Estas viviendas, que pueden rastrearse desde el cambio de milenio, van a pervivir a lo largo de los primeros siglos del Ier Milenio a C., sin cambios apreciables, hasta la llegada de influencias mediterráneas orientales, traídas por los fenicios.

En un primer momento, a lo largo del siglo VIII a C., se observa en ámbitos indígenas, la importación de materiales fenicios, coincidiendo en el tiempo con los primeros cambios apreciables en las cabañas del Bronce Final, que ahora adoptan, en algunos asentamientos, la planta rectangular, aunque, manteniendo la mayor parte de las subestructuras, ordenación y funcionalidad de las casas anteriores, por lo que no supone una ruptura con la casa prehistórica y su organización del espacio. Ello indicaría que ese primer contacto con las colonias no produce un cambio importante en la estructura económica y social de estas sociedades prehistóricas. Ese cambio se ira produciendo, poco a poco, con un ritmo desigual en las zonas donde llegan esas influencias.

Desde el punto de vista urbanístico, a lo largo del siglo VII a C., e incluso ya desde fines del s.VIII, todas las ciudades prehistóricas, conocidas del sur de la Península, adoptaran, con mayor o menor fidelidad, el modelo de casa y la organización urbana de las colonias. Este hecho indica que se ha producido un importante cambio en la estructura económico-social de estas sociedades que les hace pasar de una etapa prehistórica a otra protohistórica,



FIG. 5.1.10. Vista de un ánfora fenicia en una cabaña rectangular

concretada en la **fase Orientalizante**.

El nivel de conocimiento sobre la estructura socioeconómica de nuestra prehistoria y protohistoria nos permite valorar, por ahora, el contenido y la dirección de esos cambios, que pudieran ir en el sentido señalado en otras zonas. Por tanto, sólo podemos afirmar que la influencia fenicia es la determinante, a la hora de establecer el modelo de urbanismo que caracterizará a las primeras sociedades históricas del sur de la Península, dando lugar a las estructuras de habitación y su organización, plenamente urbanas, que muestran los poblados ibéricos.

Tras esta fase protohistórica, se abandona esta zona de la Mesa de Ronda la Vieja, que no volverá a ocuparse hasta **época romano imperial** de fines del siglo I y II d. C., con una serie de construcciones de planta cuadrada. Estas habitaciones pertenecen a casas que se extendieron a esta zona en los momentos de máximo auge de la ciudad romana de Acinipo. Estas casas están construidas por grandes piedras que forman sólidos muros que delimitan habitaciones, a veces, pavimentadas de ladrillos u *opus signinum*, que, aunque, sufrieron reconstrucciones, siempre siguieron una orientación muy parecida a las de las cabañas y edificios de épocas anteriores.

Las estructuras documentadas, en sus primeras épocas, se pueden atribuir a dos casas contiguas de estructura típicamente latina, o de *atrium*, con *impluvium* central, a los que se abren varias habitaciones, algunas de ellas con las paredes cubiertas por estucos pintados, en el caso de ambas viviendas. Estas no fueron construidas a la vez, y a lo largo de los siglos I y II d. C., ambas, sufrieron reformas parciales. Las construcciones romanas tienen potentes zanjas de cimentación, que junto a numerosas fosas con variadas funciones han afectado a los niveles subyacentes, correspondientes a construcciones protohistóricas. En momentos del siglo III la reestructuración de las viviendas es general a todo el área excavada, produciéndose un cambio total de la distribución y orientación de las mismas, que podría coincidir con una fase de decaimiento de la ciudad romana de Acinipo, según los datos aportados por otras áreas excavadas, lo que llevará a su total desaparición en los siglos IV-V d. C.

#### **Secuencia en la zona sur**

La excavación de la zona sur de la meseta, proporcionó una estratigrafía que alcanza los 2 m. de potencia estratigráfica, representando una serie de niveles, la mayoría asociados a estructuras constructivas. Las más profundas y antiguas sólo pudieron alcanzarse en un reducido espacio del extremo sur del corte, debido a la sucesiva aparición de construcciones a medida que avanzaba la excavación.

La excavación en esta zona demostró que la ocupación de esta parte de la Mesa de Ronda la Vieja se inicia en el **III milenio a. C.**, lo que ya quedó patente en la excavación de la ladera sur del espolón oriental del asentamiento. También aquí, como en la zona oriental, no pudieron relacionarse los materiales arqueológicos con estructuras constructivas, aunque, los niveles correspondientes a ésta zona, parecen estar en posición menos derivada y los restos materiales presentan una mayor homogeneidad, destacando entre ellos, la presencia de cerámicas decoradas con técnicas campaniformes, puntilladas e incisas, además, de un brazaletes de marfil y de un peine de hueso.

Las primeras construcciones registradas, corresponden, ya, a niveles del Bronce, fechados en el **II milenio a. C.**, como ocurriría en la zona oriental, aunque aquí, lo reducido del espacio excavado, impide conocer la forma, organización y funcionalidad de las mismas. Sólo puede apuntarse que la técnica de construcción y el conjunto de materiales se asemejan a aquellos niveles, evidenciando el desarrollo horizontal que muestra el asentamiento a lo largo del Ier milenio.

También estos niveles sufren una interrupción, no ocupándose la zona hasta la aparición de una nueva construcción de planta oval, que por sus materiales arqueológicos hemos de fechar en el **siglo VII a. C.** Esta construcción no se ha podido documentar en extensión, pero presenta características que permiten considerarla como una vivienda, en la que aparecen cenizas, concentración de cereales quemados, y un ajuar cerámico doméstico, sobre todo, ánforas a torno, y ollas a mano con toscas decoraciones incisas.

La excavación de esta zona vuelve a confirmar la secuencia general, obtenida en otras zonas del asentamiento, donde tras una fase constructiva del II milenio, aparecen viviendas protohistóricas, con presencia abundante de cerámica a torno, que podríamos denominar orientalizantes.

Los niveles y construcciones superiores de la secuencia se asocian a los materiales claramente ibéricos, incluso, con la presencia de varios fragmentos de cerámica ática de  **finales del siglo V y IV a. C.**, para los niveles más recientes. Todas las construcciones definen estructuras rectas, de las que sólo nos han llegado sus cimientos, formados por una o dos hiladas de piedras. Este acentuado arrasamiento de los muros parece intencionado y reiterativo, tal vez, por la reutilización de las piedras de unas construcciones para otras, lo que se subraya al constatar la frecuencia de las fosas en los niveles correspondientes a estas fases. Así pues, estamos ante un conjunto de niveles y estructuras que representan la presencia ibérica turdetana en el asentamiento, y que, a pesar de su evidencia superficial, sólo se había documentado de forma muy puntual “in situ” hasta la campaña de excavación realizada en el año 1986 en la zona oriental, junto a los niveles posteriores a los del horizonte orientalizante de esta zona, que hasta ahora, corresponden a los niveles tardíos y republicanos.

No se documentó en este corte estratigráfico ningún resto constructivo, correspondiente a época romana, a pesar de la proximidad de una de las puertas de la ciudad, situada sólo a escasos metros hacia el Este de esta zona; no obstante, la presencia de algún material tardío en el fondo de una fosa, cortada por el nivel superficial, muestra la existencia de niveles más recientes, desmontados por la erosión y los sucesivos arados que deberán estudiarse en otros lugares de la amplia meseta que forma el yacimiento arqueológico.

### **Secuencia en la zona norte**

En el extremo opuesto de la meseta de Ronda la Vieja, en el ángulo noreste de la misma, se planteó un sondeo con orientación E-O, con la finalidad de conocer la secuencia en esa zona, y valorar la extensión del poblamiento a lo largo de las distintas épocas. El lugar elegido planteaba una dificultad inicial, – la acusada pendiente de la ladera –, lo que hacía suponer una gran actividad de la erosión, como lo demostraba la gran cantidad de materiales arqueológicos que podían recogerse en toda la ladera, o incluso, al exterior de la muralla que cierra, por este lugar, el asentamiento ibero-romano. Estos materiales son, en su mayoría, cerámicas fabricadas a mano, y no es raro encontrar fragmentos con decoraciones tipo Cogotas y ollas groseras con decoración a base de impresiones digitadas en el hombro.

La secuencia del sector es más simple, conservándose, dos grandes niveles de habitación, además de, restos más confusos de otros momentos. El primer nivel se asienta sobre una capa de pequeñas piedras y tierra desplazada por la pendiente y la propia roca. Es un nivel que sólo afecta a una parte del corte, y presenta un conjunto de material muy similar a lo que hemos considerado como propios de la Edad del Bronce o del **II milenio a. C.**, en las otras dos zonas. Aunque no ha podido documentarse la planta de las estructuras, los restos de las que se conservan, parecen indicar una disposición análoga a las terrazas encontradas en el sector oriental. En este caso, se trataría de restos de un muro de contención o parata delante de la que se encuentran sedimentos y materiales de la época indicada (puntas de flecha y hachas de metal, brazaletes de arquero en piedra y cerámicas con formas de cuencos de borde entrante y vasos carenados, con superficies bien bruñidas, entre otros restos). La terraza así definida se desarrollaba más o menos nivelada, por lo que la mayor parte de la misma ha sido cortada por la pendiente de la ladera.

Sobre esta superficie erosionada se depositaron nuevos estratos, en número de tres, sobre un derrumbe o más bien una superficie de rodamiento, formada por la ladera. Estos estratos están asociados a piedras que pueden corresponder a construcciones, sobre todo, a dos hogares muy próximos, formados por tortas de barro quemadas. Los materiales arqueológicos metálicos, cerámicos, óseos, etc., corresponden a un horizonte material, bien conocido en Ronda la Vieja, el Orientalizante, con cerámicas a mano y a torno, y un buen lote de objetos metálicos, que venimos situando en los **siglos VIII-VII a. C.** Todo ello indica que, hasta aquí, se extiende la ocupación protohistórica, con materiales y estructuras iguales, e incluso, en este lugar, se construyen las unidades de habitación sobre terrazas o en la ladera.

El tercio oriental del corte presenta una gran fosa rellena con tierra y algunas grandes piedras rodadas por la ladera. No es posible saber desde donde se abrió esta fosa que va perpendicular a la pendiente, pero ésta viene a coincidir con la zona donde la roca base tiene su máxima inclinación, formando un escalón casi vertical. Entre el relleno de la gran fosa se recogieron varias puntas de flecha de bronce con arponcillo lateral o tipo Macalón, – con señales evidentes de haber sido disparadas –, razones por las que proponemos como hipótesis, que nos encontremos ante un foso defensivo, abierto para reforzar el escalón rocoso en un momento posterior al uso de las terrazas como hábitat, sin poder precisar más en la época, ya que los niveles correspondientes han desaparecido, barridos por la erosión.

En esta zona no se documentaron ni restos ibéricos, ni romanos “in situ”, y la base de una construcción, formada por una línea de grandes piedras, no pudo fecharse al haber desaparecido los niveles correspondientes, y tratarse de un cimiento construido dentro de una fosa de cimentación.

En conclusión, el asentamiento de Ronda la Vieja tiene una ocupación muy antigua, con fases arqueológicas iniciales de época neolítica y calcolítica, mal documentadas y mal conservadas, a las que se sucede una intensa ocupación a lo largo del IIº Milenio a. C., tras lo que se produce una gran eclosión de su extensión que llega a superar la del posterior poblado ibérico. Este sufrirá más tarde un intenso proceso de romanización que culmina en época Julio-Claudia, con el trazado de una nueva planta urbana, siguiendo los cánones clásicos romanos, para entrar en un lento proceso de decaimiento, hasta su total abandono en el siglo V de nuestra era.

## 5.2. Estudios previos sobre el material cerámico

A continuación se recogen, en extensión, dos estudios sobre aspectos formales de cerámicas de Ronda la Vieja. Al tratarse de dos trabajos presentados dentro de un programa de doctorado, y, por tanto, inéditos, hemos creído conveniente incluir aquí un amplio resumen de ambos, ya que no son accesibles para su consulta, pero tienen interés como estudio de algunos de los conjuntos cerámicos del asentamiento recogidos en esta tesis.

El primer trabajo que incluyó un apartado sobre un aspecto concreto de la cerámica del yacimiento arqueológico de Ronda la Vieja, fue la memoria de licenciatura realizada en 1986 por J. López Velasco, *La cerámica esgrafiada durante el Bronce final en Andalucía*, que recoge en su estudio, la cerámica esgrafiada encontrada en el asentamiento de Acinipo. Esta cerámica se documenta en este asentamiento, con una cronología que abarca desde el siglo IX, hasta el siglo VII a. C. El estudio de este tipo de cerámica a mano se centra, sobre todo, en la técnica y motivos decorativos del esgrafiado.

En su trabajo señala que esta técnica decorativa se documenta por primera vez en el Neolítico medio, haciéndose más rara durante el Neolítico final, y volviendo a documentarse otra vez, durante el Bronce Final.

La técnica y los motivos decorativos son las únicas características que, hasta el momento, han definido a la cerámica esgrafiada como tal. Este tipo de cerámica, aunque, aparece asociada a material fenicio, siempre se ha empleado en su elaboración el modelado a mano, y se ha realizado, generalmente, sobre superficies bruñidas. Esta decoración es geométrica y como cualquier estilo geométrico, su personalidad viene dada por el número de motivos que utiliza y, sobre todo, por la capacidad de combinación de unos elementos con otros, consiguiéndose, a veces, resultados de gran complejidad. Está basada solamente en rectas, donde se mezclan, de muy diversas formas, toda una serie de haces de líneas, reticulados y ajedrezados, triángulos simples o dobles, rayados, bandas rellenas, e incluso, rectángulos. Esta decoración se realiza, de forma mayoritaria, por la cara exterior de la vasija, siempre bruñida, mientras la interior puede aparecer bruñida o espatulada, en ocasiones con un baño rojo de almagra. Hay que destacar por su rareza la existencia de algunos fragmentos cerámicos con decoración por el interior, que en estos casos, también aparecen bruñidas ambas caras. Los motivos que en la mayoría de los casos, sólo arañan la superficie, se encuentran, a veces, resaltados por la presencia de un relleno de las líneas con pasta normalmente roja o blanca.

En cuanto a la tipología de este tipo de cerámica, hay que destacar un predominio de formas abiertas, destacando las fuentes, platos y cuencos, con bordes adelgazados o engrosados, presentando con gran frecuencia carena alta y media.

En su estudio señala algunos de los diferentes trabajos que se han realizado sobre este tipo de decoración, desde su aparición en el Neolítico. Uno de los principales estudiosos de este tipo cerámico en el Neolítico del norte de Italia, B. Brea (1957), define a esta cerámica, como realizada con una punta dura después de la cocción. Por su parte, J. Guilaine (1981), mencionando a Guerrechi y Whitehouse, señala que la cerámica no era grabada después de la cocción, sino antes, pero con la pasta una vez seca. En este mismo sentido se han expresado otros autores españoles, como S. Navarrete (1976), que en su tesis doctoral, señala que: “...la técnica decorativa del esgrafiado consiste en el rayado de la superficie del vaso, ya cocido, mediante un instrumento de punta dura” o el caso de Martí Oliver (1980), que las diferencia de las incisas, al haber sido realizadas después de estar seca la superficie.

En lo que se refiere al material correspondiente al Bronce Final, autores como Aguayo y otros (1984 y 1985), en lo

referente a esta técnica decorativa, presente, tanto en cerámicas de Ronda ciudad, como de Ronda la Vieja (Acinipo), la han descrito como realizada sobre una superficie dura, antes o después de la cocción. Sin embargo, en la mayoría de los casos, estas cerámicas se consideran decoradas incisas, sin más precisiones, e incluso, a veces, son confundidas con las cerámicas de retícula bruñida, tal vez, por la similitud de algunos de los motivos decorativos, aunque, nada tienen que ver en su técnica decorativa, en la mayoría de los diseños, o en la forma de las vasijas a las que se aplican.

De todo lo expuesto en este trabajo, el autor llega a una serie de consecuencias que delimitan a esta cerámica, tanto en el espacio, como en el tiempo, poniéndola en relación con el mundo indígena, ya que, aparece en asentamientos, como El Cabezo de San Pedro en Huelva, entre cuyo material arqueológico, no se encontró ninguno que pudiera relacionarse con el mundo fenicio, reduciéndose su aparición al ámbito de las producciones cerámicas en las que todavía no está presente el torno alfarero, a pesar de que, en la mayoría de los casos, continúe fabricándose este tipo de cerámica, con el desarrollo de las producciones a torno. En los yacimientos arqueológicos de la Depresión de Ronda, como Acinipo y Ronda ciudad, la cerámica esgrafiada está documentada siempre antes de la influencia del mundo fenicio, aunque, continúe manteniéndose cuando esté presente la influencia de éste, hasta que progresivamente vaya desapareciendo. Esto se ve reflejado en estas dos secuencias estratigráficas, ya que aparece documentada gran cantidad de esta cerámica, como parece ocurrir en el asentamiento de la Torre de Doña Blanca (Puerto de Santa María, Cádiz), aunque, la falta de datos en cuanto a su secuencia cultural y material hace que no se pueda ser más explícito, ya que, como se señala en el trabajo, la posición de la cerámica esgrafiada no queda excesivamente clara en la estratigrafía del asentamiento.

Aparte de estos dos asentamientos, el volumen de fragmentos cerámicos esgrafiados, documentados en los demás yacimientos arqueológicos es escaso, apareciendo en la mayoría de ellos, de manera esporádica, solamente alguno, como es el caso de El Cabezo de San Pedro (Huelva), Cerro Salomón (Río Tinto, Huelva), Cerro Alhonor (Herrera, Sevilla), El Carambolo (Sevilla), Castellares (Puente Genil, Córdoba), Morro de la Mezquitilla (Algarrobo, Málaga), Cueva de Siete Palacios (Almuñecar, Granada), Cerro de la Mora (Moraleta de Zafayona, Granada) y Peñón de la Reina (Alboloduy, Almería).

Teniendo en cuenta este estudio, habría que señalar que este tipo de cerámica tendría su máximo desarrollo en los asentamientos de la Depresión de Ronda (ss. IX-VII a.C.), así como en el de La Torre de Doña Blanca, en la bahía gaditana (s. VIII a. C.), zonas éstas que se encuentran comunicadas por el río Guadalete, que nace a escasos kilómetros de Acinipo.

El estudio de esta cerámica se ha realizado desde un punto de vista tipológico, sin embargo, habría que ir más allá a la hora de estudiar este tipo de cerámica, sin pararse solamente en los aspectos formales y decorativos del esgrafiado, llegando a inferir consideraciones, más importantes, en lo que se refiere al área geográfica en la que se desarrolla de manera más importante, lo que permitiría establecer relaciones entre las distintas zonas. Estos nuevos planteamientos, en cuanto al estudio de esta cerámica, serían posibles mediante el nuevo enfoque, llevado a cabo mediante los estudios analíticos que se realizan en el campo de la cerámica. Así, las conclusiones de este trabajo, en las que el autor apunta el carácter indígena de esta cerámica, señalando así su autoctonía, serían fuertemente ratificadas.

Una década después, J.M. Martín Ruiz, en un trabajo de investigación de doctorado que por su singularidad y densidad hemos reproducido prácticamente en su totalidad, con el título: *Aproximación a una tipología cerámica a partir de los bordes, mediante una cuantificación estadística de los perfiles, utilizando conceptos de geometría descriptiva. Una aplicación a una muestra de los niveles del Bronce final-Hierro antiguo de Acinipo*, donde se pretende elaborar una tipología que permita la ordenación y sistematización del material cerámico, procedente de las excavaciones efectuadas en la zona sur del asentamiento, en las campañas de excavación que se llevaron a cabo durante 1985 y 1986. Esto se pretende realizar mediante la utilización de claves morfológicas, utilizadas como fuente de extracción de datos, de entre las vías disponibles para el estudio de la cerámica, siendo consciente de que este enfoque tipológico, presenta grandes dificultades por la imposibilidad de reconstruir el uso al que iban destinadas las vasijas, únicamente, por los atributos formales, que son con los que cuenta de manera general el arqueólogo.

Este trabajo parte de una revisión de los conceptos básicos sobre clasificación, taxonomía y tipología, utilizados por los arqueólogos, y que, en comparación con su uso en otras disciplinas, como la Biología, se puede observar la falta de rigor e interés en los aspectos terminológicos y conceptuales por parte de la mayoría de los arqueólogos que los utilizan.

Esto provoca una absoluta arbitrariedad en la elaboración de tipologías cerámicas, que trae como consecuencia la imposibilidad de llevar a cabo una homogeneización en el uso de las mismas, ya sea en el marco espacial o temporal, lo que trae consigo un alto nivel de confusión y falta de criterios en los sistemas de organización de los datos arqueológicos.

La asunción de esta crítica hecha a la Arqueología, lleva a tratar de definir y analizar el empleo dentro de la disciplina arqueológica de los términos: clasificación, taxonomía y tipología.

La *clasificación* se analiza como uno de los recursos más utilizados para agrupar restos de la cultura material, desde el nacimiento de la disciplina arqueológica en el siglo XIX, hasta nuestros días. El concepto “clase” y sus características, siguiendo a C. Orton, sirve de base para evaluar su aplicabilidad en Arqueología.

La *taxonomía* es considerada como un sistema de inclusión en conjuntos de conceptos jerarquizados y a veces con un sentido filogenético, como ocurre en Biología, conteniendo una fuerte carga evolucionista. Esto ha sido empleado en Arqueología con un sentido historicista y una determinada idea de progreso. Las críticas a la taxonomía, apoyada en el concepto de “fósil guía”, propio de la Arqueología, ha hecho que el uso de la taxonomía, con un número de variables jerarquizadas, haya sido sustituida en Arqueología, a partir de mediados del s. XX, por una taxonomía numérica en donde se incluye un número muy elevado de variables, convertidas en números, que con el uso de la estadística, ha llevado a la taxonomía numérica, generalizada en la actualidad.

El concepto de *tipología* es el más controvertido, ya que existen tantas definiciones de este término, como propuestas metodológicas al respecto. Todas las definiciones no son más que un reflejo de la problemática de la concepción de la tipología en Arqueología.

Según considera el autor, la tipología es una actividad más, dentro del desarrollo general de la investigación, en la que el arqueólogo utiliza una serie de características de los elementos de la cultura material con los que trabaja, creando una ordenación particular, superando de este modo el nivel de la mera clasificación, al intentar que los resultados obtenidos tengan un sentido en el análisis socioeconómico de las sociedades que se estudian.

Estos planteamientos, trasladados al mundo de la cerámica, han permitido diferentes aproximaciones en su estudio, dependientes de las posiciones teóricas de las que se haya partido. A esto hay que añadir las limitaciones o condicionamientos de la materialidad del registro, o mejor dicho, sus condiciones de conservación o tafonomía, determinando, que aparte de trabajar con vasijas completas, se tenga que trabajar, la mayoría de las veces, con fragmentos cerámicos.

Las posiciones teóricas que defienden la utilización de conjuntos de vasijas completas, como única manera de aproximarse a la idea o norma que el alfarero tiene en su mente, antes de realizar la producción, tienen en cuenta realidades culturales o funcionales. Estas aproximaciones normativas desprecian la utilización de conjuntos de fragmentos, pues, no siempre nos permiten observar las formas completas de las vasijas.

La realidad arqueológica de una mayor parte de los registros arqueológicos, formados a base de conjuntos fragmentados, frente a una menor incidencia de conjuntos completos, funerarios, registros domésticos ocasionales, depósitos o almacenamientos productivos, poco frecuentes en la documentación arqueológica, lleva a la necesidad de utilizar los fragmentos cerámicos, como parte de las vasijas completas, aunque esto no siempre es fácil o evidente, teniendo que tener en cuenta limitaciones en los trabajos tipológicos, basados en conjuntos fragmentados: como se mide la curvatura de los fragmentos, siempre en relación con los ejes de la altura, o el diámetro de la boca y la asunción, a través de la forma de las vasijas y con estas técnicas de la capacidad de las mismas.

Naturalmente, este tipo de limitaciones no tienen sentido cuando se trabaja con vasijas completas, de ahí que los trabajos más tradicionales y antiguos se realizaron siempre sobre vasijas completas. Con posterioridad se incorporan los conjuntos fragmentados, aunque no se hace siempre por asimilación de los fragmentos a las formas completas conservadas, sino que se buscan atributos que permitan trabajar con los propios fragmentos, como fenómenos en sí, lo que se traduce en una proliferación de enfoques sobre la tipología y su significación.

A partir de estos planteamientos, en el trabajo al que estamos haciendo referencia, se recogen los planteamientos sobre estudios formales, tecnológicos funcionales y estilísticos, como forma de trascender la tipología, pero partiendo de ella, con lo que sería necesario aislar las variables que permiten acceder a la producción, uso o simbolismo que la alfarería tiene para cada sociedad.

Los aspectos tecnológicos pueden ser deducidos, tanto en las vasijas completas, o fragmentadas, a través de los estudios macroscópicos que nos informan de las técnicas de modelado, tratamiento de las superficies, y condiciones de la cocción, informaciones que pueden incidir en aspectos funcionales y de la cadena productiva.

Los estudios analíticos de la cerámica, mineralógicos o químicos, nos acercan a aspectos relacionados con la procedencia de la materia prima (arcilla), tecnología, funcionalidad, etc.

Los estudios formales se encaminan a establecer una relación entre forma y función, en la creencia de que las variables formales tienen un relación estrecha y directa con la funcionalidad de las vasijas, e incluso, con el modo de consumo, almacenamiento y transporte. Esta relación forma-función, lleva a la necesidad de entender este tipo de aproximación a los conjuntos fragmentados, mediante una adecuación de las formas geométricas de las que están constituidas las vasijas cerámicas, ya sean simples o compuestas. Esto ha influido en la proliferación de los análisis morfométricos y la proliferación de técnicas estadísticas, que relacionan variables significativas e informativas con los diámetros, tamaños y en general, aspectos de las estructuras de las vasijas.

El acceso de la funcionalidad a través de la forma, es uno de los enfoques que más dificultades plantea a los arqueólogos que no comparten nada con las comunidades que fabricaron y usaron las vasijas. Por tanto, el acceso a la función sólo puede hacerse a través de una combinación de acercamientos desde puntos de vista distintos a los simples aspectos formales. A pesar de esta premisa se han intentado realizar estudios funcionales de la vajilla cerámica, teniendo en cuenta sólo sus formas, dando como resultado tipologías, pretendidamente funcionales, sin que pasen de meras atribuciones de función a formas, por la experiencia personal del arqueólogo, o en el mejor de los casos, por acumulación de experiencias etnográficas o históricas, transmitidas por fuentes escritas. De todas formas, se acepta una relación general y necesaria entre forma y contenido.

Los mejores avances en tipologías funcionales se han basado en estudios a partir de determinación de analíticas fisicoquímicas, tecnología y contextualizaciones espaciales. Sin embargo, los acercamientos funcionales más numerosos se han hecho desde una óptica teórica funcionalista, donde se ha primado la determinación de los volúmenes, como mejor forma de acercamiento a la capacidad en relación con su función.

Ya que todas estas aproximaciones resultan incompletas o problemáticas, siguiendo a autores como P. Rice, se proponen fuentes complementarias de información, como la documentación etnohistórica, el contexto arqueológico espacial y la arqueología experimental. Estas fuentes deben también considerar el hecho de la polifuncionalidad de muchas de las vasijas estudiadas.

Por último se presta atención a las tipologías basadas en aspectos relacionados con lo que se ha dado en llamar estilo, que aunque tiene una materialización en las técnicas y motivos decorativos, remiten a su significación simbólica y social. En ese sentido, las tipologías y estudios tienen una mayor relación con las posturas teóricas de los investigadores entre los que se podían establecer varias posturas más generales. Partiendo de una asunción general del estilo como una forma de lenguaje, o de la comunicación social, dependiente de las comunidades dentro de las culturas, de las clases en las formaciones sociales, e incluso, como expresión de lo individual. Así mismo, se considera el estilo y la decoración cerámica, como un código de relación entre comunidades, a través de un lenguaje simple y visible, frente a los que piensan que la decoración es más un recurso de aprendizaje y transmisión de tradiciones en el interior de las sociedades o de las culturas.

En definitiva, la mayor discusión y la de más interés, estriba, en la posibilidad de la lectura en clave de relaciones sociales, de la decoración cerámica como parte de ese concepto que es estilo. Dos son las posturas enfrentadas, por un lado, se establece que el artesano al realizar su obra toma una elección predeterminada por su pertenencia a un contexto histórico, de otro, a los que consideran que la decoración es una forma de comunicación que expresa una

identidad individual. Una postura intermedia acepta ambas posturas de forma combinada, considerando la decoración como un mensaje individual y colectivo a la vez.

El trabajo reseñado continúa con un repaso a tres de las tipologías que sobre el Bronce Final-Hierro antiguo se han elaborado en Andalucía. Creemos interesante recogerlas aquí, aunque sea de manera somera, ya que éste es el periodo en el que se encuadra la mayor parte de la cerámica que integra esta tesis doctoral. Por otro lado, estos tres ejemplos representan tres orientaciones diversas, que pueden ejemplarizar algunas de las posiciones teóricas a las que se ha hecho referencia más arriba.

1- La primera se basa en una posición que podemos considerar tradicional y que se apoya en la atribución intuitiva y por relación forma-función de una funcionalidad genérica a las vasijas o fragmentos reconstruidos, para continuar con una subdivisión en base a variantes establecidas por alguna característica formal o morfométrica. En este tipo de clasificación es vital la experiencia personal del investigador, convirtiendo su tipología en una clasificación actualista y personal, con un valor más que dudoso para la investigación en general. El recurso a la experiencia propia o al sentido práctico del investigador, que le permite realizar atribuciones morfo-funcionales: plato, olla, cazuela, etc., que se toman como relaciones universales y atemporales, impidiendo que estas clasificaciones puedan ser compartidas por quién no comparta esa misma experiencia o sentido común, con lo que se juega con una ambigüedad, que ni siquiera permite ser utilizada como lenguaje común entre investigadores, que comparten interés por una época concreta o un espacio definido como es el Bronce final-Hierro en Andalucía. La consecuencia de ello es la multiplicación de las tipologías, de forma que cada investigador tiene la tentación de realizar su propio sistema de clasificación, que ni siquiera contribuye a la acumulación de datos morfométricos, tan propios de un orientación positivista, como es la que suele caracterizar a este tipo de aproximaciones de tipologías intuitivas.

2- Un segundo ejemplo parte de una orientación en donde los criterios están sistematizados en una ordenación jerárquica que parte de niveles de jerarquización descendientes, en donde los límites de los niveles se establecen en función de criterios diversos, donde se contemplan desde la tecnología de fabricación, tratamiento de las superficies, presencia o ausencia de decoración, aspectos formales que son utilizados para establecer divisiones más concretas, creando tipos, subtipos o variantes.

Estamos ante una clasificación que, partiendo de una particular interpretación de la teoría de sistemas, aplicada a la vajilla cerámica, renuncia a atribuciones intuitivas, como la asignación de funciones, para centrarse, sobre todo, en los niveles menos generales de la clasificación, como son los aspectos morfométricos. Aunque la mezcla a distintos niveles de criterios dispares, algunos bastante objetables, nos permite que la explicitación de medidas, como diámetros, alturas o relaciones entre estas variables se puedan llegar a compartir con facilidad y permitan una intercomunicación entre los investigadores en base a criterios explícitos. Por otro lado, además de ciertas incoherencias y de la carga de ambigüedad que algunos criterios pueden conllevar, este tipo de clasificaciones asumen de manera consciente o inconsciente que su única finalidad consiste en poner orden en un universo complejo y desconocido, que se compone de muestras de multisignificabilidad, dependiente del punto de vista que se mire, por lo que en estas tipologías sólo se accede a una significación estrictamente arqueográfica, en el sentido de los grupos arqueológicos de V. G. Childe.

3- El tercer ejemplo se enmarca en una taxonomía numérica, expresada con el recurso a técnicas estadísticas concretas. Como cualquier tipología de estas características, es fundamental establecer las variables métricas que integrarán la base sobre la que se establecerán los tipos y subtipos que constituirán la clasificación. El nivel de establecimiento de variables es un lugar crítico para este tipo de clasificaciones, ya que significa una decisión que si bien es reducida a clave numérica, siempre implica una elección de un número determinado de variables de entre la constelación de las posibles. En el caso de las tipologías cerámicas que trabajan con fragmentos de vasijas, la elección de variables es especialmente importante, ya que deben abarcar características propias del fragmento y de la vasija completa que representan. La elección de variables puede evaluarse en su nivel de significación a través de test estadísticos, como análisis cluster o de agrupaciones, aunque como es sabido, esto no elimina la subjetividad en la elección de variables, ya que lo que establecen es la relación de significación entre las variables elegidas. La relación más significativa entre variables se convierte en factores a los que puede someterse el conjunto, a fin de establecer tendencias de los tipos. En el caso que nos ocupa, los análisis discriminantes permiten asignar fragmentos a tipos, a la vez que se corrobora la división de tipos fijados por el porcentaje de fragmentos comprendidos.

Naturalmente, este sistema tipológico, muy expresamente construido, elimina la ambigüedad y permite, compartiendo los criterios de establecimiento de variables y las técnicas estadísticas para establecer las agrupaciones, la división tipológica y la asignación de individuos para hacer intercambiable la información, pero no pasa de ser un sistema de clasificación arqueográfica, que no permite pasar a otros niveles de información.

En este trabajo, también se exponen las bases metodológicas de la clasificación tipológica que emplea para las cerámicas fragmentadas del yacimiento arqueológico de Ronda la Vieja, correspondientes a los niveles del Bronce Final-Hierro antiguo. El empleo de la taxonomía numérica, con apoyo estadístico, parte de la asunción del concepto de este sistema de clasificación, ya establecido por Sueaty Sokal en 1973, que pretende establecer tipos de entidades, a través del tratamiento estadístico de variables métricas, tratando de producir una ordenación “natural”, aunque, siempre deben ser convertidas en culturales, pero tratando de huir del dirigismo de los investigadores.

Como la técnica más habitual de tratamiento de datos en taxonomía numérica es el uso de la estadística, dentro de ella se analiza el uso de las técnicas multivariantes aplicadas a distintas facetas de los estudios en Arqueología.

El trabajo de clasificación tipológica, se ha aplicado a una muestra de fragmentos cerámicos que sólo corresponden al borde de las vasijas, desechando los pertenecientes al cuerpo o fondo de las vasijas. En la muestra se han incluido fragmentos de vasijas de variado tamaño, diferente tecnología con o sin decoración. De este conjunto se han escogido los fragmentos que reúnan dos requisitos fundamentales: que su perfil, siempre del borde, incluya como mínimo la extremidad y una línea curva o recta, que pudieran ser reconstruidos, y las dimensiones de la boca de la vasija.

Los fragmentos seleccionados, fueron sometidos a una descripción que permitiera obtener las variables a procesar. Para ello se parte de una premisa novedosa en el campo de este tipo de clasificaciones: son variables cualitativas en el campo de la geometría analítica y, por tanto, como variables no tienen una expresión en términos numéricos, lo que si pudiera hacerse mediante una expresión aritmética, a través de fórmulas particulares, pero aquí se ha optado por un tratamiento no matemático.

El análisis de variables cualitativas, y no cuantitativas es realmente raro en Arqueología, aunque, en los últimos años comienzan a explorarse estos campos, con escasa tradición hasta ahora, pero con un futuro prometedor.

La renuncia expresa a variables métricas, obliga a la renuncia de partida de una clasificación, que permita, aceptando el principio de forma-función, una tipología sobre las vasijas completas o su representación, ya que las variables cualitativas elegidas no se relacionan con las dimensiones globales de las vasijas. Las variables y sus estados, aplicables a todos los fragmentos por igual, se refieren a líneas rectas y curvas, extremidades, orientaciones y puntos que señalan discontinuidades.

Las variables se obtienen a través de niveles jerárquicos en los que se divide el material, partiendo de su descripción, para llegar a su clasificación. Para esa descripción, se ha seguido el sistema establecido por J. C. Gardín, con adaptaciones específicas al procedimiento seguido aquí. Los casos articulados para la descripción de los fragmentos siguen la secuencia: la división de cada uno de los perfiles, partiendo de la división entre cara interna y externa del sector de la vasija considerada. Para establecer la división interna-externa se separan ambas caras a partir de una línea que une la extremidad del fragmento en el labio, a la extremidad inferior, siempre siguiendo el punto medio del grosor de la pared de la vasija. A continuación se dividen las líneas curvas y rectas que constituyen ambas caras y se describen, se establecen los puntos de discontinuidad, que pueden ser puntos de inflexión o singulares, se establece la orientación de cada una de las líneas, en relación con el eje de rotación de la vasija, obtenida en el punto medio del diámetro de la boca, y por último, se caracteriza la extremidad de cada uno de los fragmentos estudiados.

Tipos de variables:

Líneas rectas:

- Línea recta vertical: es aquella paralela al eje de rotación de la vasija.

- Línea recta horizontal: es aquella que es perpendicular al eje vertical o de rotación de la vasija.
- Línea recta convergente: es aquella que tiende a acercarse al eje vertical o de rotación de la vasija.
- Línea vertical divergente: es aquella que se aleja o separa del eje vertical o de rotación de la vasija o su prolongación en el espacio por el extremo superior del mismo.

#### Líneas curvas:

- Arco de circunferencia: es aquella línea que describe un arco de una circunferencia. Puede contemplar distintos estados

a) Arco de circunferencia cóncavo: es aquel arco de circunferencia orientado verticalmente que es cóncavo con respecto a la línea que divide de manera equidistante la pared del fragmento de vasija.

b) Arco de circunferencia convexo: es aquel arco de circunferencia orientado verticalmente que es convexo, con respecto a la línea que divide de manera equidistante la pared del fragmento de vasija.

c) Arco de circunferencia horizontal: es aquel arco de circunferencia que es paralelo a la línea que sigue el diámetro de la boca que designa el borde del fragmento de vasija.

- Hipérbola: es el lugar geométrico de los puntos de un plano cuya diferencia de distancias a dos puntos fijos es constante.

- Arco de parábola: es aquella línea que describe un arco de una parábola. Puede contemplar distintos estados:

a) Arco de parábola ascendente: es aquel arco de parábola en el que no existe un punto más alto que el extremo físico de la parábola y cuya concavidad se abre al lado derecho con respecto al eje de simetría de la vasija.

b) Arco de parábola descendente: es aquel arco de parábola en el que no existe un punto más alto que el extremo físico de la parábola y cuya concavidad se abre al lado izquierdo con respecto al eje de simetría de la vasija.

c) Arco de parábola ascendente/descendente: es aquel arco de parábola que contempla un tramo ascendente y uno descendente y en el que siempre estará presente el extremo físico de la parábola.

- Arco de elipse: es aquella línea que describe un arco de una elipse. Puede contemplar distintos estados:

a) Arco de elipse cóncavo: es aquel arco de elipse orientado verticalmente que es cóncavo con respecto a la línea que divide de manera equidistante la pared del fragmento de vasija.

b) Arco de elipse convexo: es aquel arco de circunferencia orientado verticalmente que es convexo con respecto a la línea que divide de manera equidistante la pared del fragmento de la vasija.

c) Arco de elipse horizontal: es aquel arco de elipse que es paralelo a la línea que sigue el diámetro de la boca que designa el borde del fragmento de la vasija.

#### Extremidad:

Se define como el punto en el que se tocan la primera línea de la cara exterior de un fragmento con la primera línea de la cara interior del mismo. Es descriptiva al mismo tiempo de la tendencia de estas líneas, esto es, de la forma en que se unen.

a) Horizontal: en la que ambas líneas se convierten en la misma, sin ningún tipo de discontinuidad o cambio de dirección.

- b) Curva: en la que ambas líneas se unen formando una línea curva.
- c) Con punto singular entre líneas curvas: en la que ambas líneas se unen a través de un punto singular, generalmente mediante la conexión de dos líneas cóncavas que dibujan un arco ojival.
- d) Con punto singular entre líneas rectas: en la que ambas líneas se unen a través de un punto singular, generalmente una línea convergente al exterior, con una línea divergente al interior que dibujan un ángulo

Orientación:

Estas variables servirán para diferenciar agrupaciones de líneas que puedan ser iguales o similares, pero que estén orientadas de manera diferente, con respecto al eje que marca el punto central del diámetro de la boca de la vasija (eje de rotación).

- a) Horizontal: con la misma orientación que la perpendicular al eje de rotación de la vasija.
- b) Vertical: con la misma orientación que el eje de rotación de la vasija.
- c) Divergente: que diverge el eje de rotación de la vasija.
- d) Convergente: que converge con el eje de rotación de la vasija.

Puntos que señalan discontinuidades

La forma en las distintas líneas que conectan entre sí puede presentar dos modalidades diferentes, según se rompa de una manera u otra su dirección:

- a) Punto de inflexión: es aquel punto de una curva plana, en la que esta curva toca a su tangente.
- b) Punto singular: es aquel punto en el que el límite de las tangentes a la izquierda del punto es distinto del límite de las tangentes a la derecha del mismo, siendo la curva continua en dicho punto.

Como se dijo, a las variables así definidas, se le aplica un análisis estadístico multivariante, que incluye el de conglomerados, cluster o de agrupación, que serán el fundamento de la división de tipos y subtipos, cuando ello sea posible.

El programa aplicado es un desarrollo específico de J. A. Esquivel para trabajar con variables cualitativas multiestado (Esquivel, 1988). Con ello se obtienen agrupaciones que se convertirán en los tipos, con separación en el correspondiente dendrograma en base a un criterio decidido por el investigador, que supone una carga de subjetividad, que se corrige mediante la realización de una curva SSE Cuadrado, que hace que el mecanismo matemático avale la reparación de los niveles de agrupación.

Se ha trabajado con un total de 75 fragmentos de bordes, procedentes de las campañas de excavación de 1985-86, del nivel 8 de la secuencia, correspondiente a los cortes 2, 3 y 4 de la zona sur del asentamiento de Ronda La Vieja. Se trata de un nivel en donde, sobre la base de un conjunto cerámico a mano del Bronce final, aparecen las primeras piezas fabricadas a torno en la secuencia, que a lo largo del nivel alcanza porcentajes torno-mano apreciables, pero que en términos generales (la totalidad del nivel), no supera el 10%, aunque, en el caso del procedimiento aquí recogido, no se ha tenido en cuenta la diferencia tecnológica entre el empleo del torno de alfarero y la fabricación de cerámica a mano, pero si afecta a la problemática de las primeras influencias en forma de vasijas a torno, de los primeros asentamientos costeros fenicios en poblados indígenas.

A través del dendrograma de cluster y con el procedimiento de SSE Cuadrado se establecieron una doble separación en el diagrama. La primera, más general, estableció 16 grupos que no recogían las particularidades mínimas con una significación arqueológica. La segunda separación creó 31 grupos, que sí parecen adaptarse a una separación más

arqueológica. No todos los 31 grupos se convierten en tipos, aunque, no se ha querido forzar el resultado matemático, por más que en algunos casos se hayan producido agrupaciones con poco sentido desde una visión estrictamente arqueológica.

El establecimiento de los tipos y subtipos quedó de la siguiente manera y que nosotros recogemos aquí en su literalidad, por ser un instrumento más de la investigación del proyecto general que se encuadra y que tiene en esta propuesta la finalidad de ordenar el material cerámico y encuadrarlo en una tipología, soporte de otros enfoques que permitan utilizar este abundante recurso arqueológico que es la cerámica, como indicador, más allá, de la simple tipología.

La definición y descripción de los tipos que surgen del análisis de los datos estadísticos según señala el autor, es la siguiente:

Tipo 1. Presenta una línea curva parabólica ascendente/descendente al exterior, unida a la extremidad redondeada de ambas caras del perfil y al interior, una primera línea con arco de parábola descendente o hipérbola seguido de un arco de elipse cóncavo. Todas las líneas son divergentes y están unidas por puntos de inflexión.

Tipo 2. La extremidad con punto singular entre líneas curvas se une al exterior con un arco de parábola ascendente, mediante punto de inflexión, al igual que lo hace ésta con el arco de parábola descendente o arco de elipse convexo, divergentes que le sigue, y con una recta divergente a través de un punto singular.

Tipo 3. La extremidad exterior presenta una línea cóncava al exterior que se une a otra del mismo tipo, mediante un punto singular o de inflexión. Estas se conectan mediante puntos de inflexión con un arco de parábola ascendente divergente o convergente y más tarde con un arco de elipse convexo divergente. Al interior un arco de parábola descendente divergente que se une a un arco de elipse convexo divergente por un punto singular.

Tipo 4. Extremidad curvada redondeada, al exterior unida a un arco de parábola ascendente/descendente con un punto de inflexión, como el resto de las líneas: arco de parábola descendente o arco de elipse convexo y arco de elipse cóncavo, y al interior arco de elipse convexo, un arco de parábola descendente y arco de elipse cóncavo y arco de parábola ascendente. Todas las orientaciones son divergentes.

Tipo 5. Constituido por una extremidad con punto singular entre líneas curvas, enlazada al exterior con un arco de parábola descendente divergente, mediante punto de inflexión. El interior presenta una unión en punto de inflexión y tres líneas, arco de elipse horizontal, recta divergente y arco de elipse cóncava, unidos entre sí por puntos singulares.

Tipo 6. Con extremidad, con punto singular entre líneas curvas, se une al exterior con un arco de parábola divergente mediante punto de inflexión, como hace ésta con un arco de parábola descendente o arco de elipse convexo divergentes y después con una recta divergente. Al interior un arco de parábola descendente o un arco de elipse convexo divergentes se unen a la extremidad por un punto de inflexión por un lado y por otro con una recta divergente a través de un punto singular.

Tipo 7. Con extremidad curva redondeada, presenta al exterior un arco de parábola ascendente divergente unido por punto singular a un arco de elipse convexo divergente y con punto singular ésta última con una recta divergente. Al interior un arco de elipse horizontal se une a una recta divergente.

Tipo 8. Presenta una extremidad curva redondeada, al exterior unida a un arco de parábola ascendente por un punto de inflexión, como el resto de las líneas, a saber, arco de parábola descendente o arco de elipse convexo y arco de elipse cóncavo o arco de parábola ascendente, y al interior arco de parábola descendente o arco de elipse convexo y por último un arco de elipse cóncavo o un arco de parábola ascendente. Todas las orientaciones son divergentes.

Tipo 9. Comparte con el tipo 11 la extremidad recta. Al exterior se une con punto singular a una recta horizontal, la cual conecta también con punto singular con un arco de parábola ascendente de orientación vertical y, sucesivamente, un arco de elipse convexo horizontal con arco de elipse cóncavo divergentes mediante un punto de inflexión. Al interior, una recta horizontal, un arco de parábola descendente, una recta convergente y un arco de circunferencia cóncavo se unen con puntos singulares.

Tipo 10. Su extremidad es curvada redondeada, se une en su perfil exterior mediante punto de inflexión con

un arco de elipse cóncavo convergente y ésta a su vez con una recta divergente que enlaza con un arco de elipse divergente mediante puntos singulares. El interior aúna un arco de elipse convexo divergente con la extremidad por un lado y por el otro con una recta divergente seguido de un arco de elipse cóncavo divergente, conectados por puntos singulares.

Tipo 11 . Presenta una extremidad recta que se une al exterior con un punto singular a una hipérbola a la que sigue a través de un punto de inflexión un arco de parábola. Lo mismo ocurre al interior. La orientación de las líneas es divergente en todos los casos.

Tipo 12 . En esta ocasión la extremidad es curvada redondeada y todas las uniones entre líneas son mediante puntos de inflexión. La primera línea al exterior puede ser un arco de parábola o un arco de elipse cóncavo divergente, y a ésta sigue un arco de circunferencia cóncavo divergente. Al interior un arco de parábola o un arco de elipse horizontal divergente que conecta un arco de circunferencia cóncavo.

Tipo 13 . Es el tipo más numeroso y presenta varios subtipos que detallaremos a continuación. En general muestra una extremidad curva redondeada en las dos caras del perfil que se une con un punto de inflexión a la primera línea exterior y a la primera y segunda interior. La orientación es siempre divergente.

Subtipo 1 . Puede presentar un arco de parábola ascendente o ascendente/descendente al exterior y un arco de parábola descendente y después uno ascendente al interior.

Subtipo 2 . Presenta un arco de parábola ascendente unido a la extremidad por un punto de inflexión al exterior y al interior un arco de elipse convexo que se une en un punto singular a una recta divergente o recta vertical.

Subtipo 3 . La extremidad se une con un arco de parábola ascendente/descendente, y al interior un arco de elipse convexo u horizontal enlaza con un arco de parábola ascendente.

Subtipo 4 . Presenta un arco ascendente/descendente al exterior y un arco de parábola ascendente, un arco de elipse horizontal o un arco de circunferencia convexo en la primera línea al interior y arco de circunferencia cóncava o arco de parábola ascendente en la segunda.

Subtipo 5 . Puede presentar un arco de parábola ascendente o uno ascendente/descendente al exterior y al interior un arco de parábola descendente primero seguido de un arco de parábola ascendente.

Subtipo 6 . Muestra un arco de parábola ascendente/descendente al exterior y un arco de elipse convexo unido a un arco de parábola ascendente.

Subtipo 7 . Encontramos en él un arco de parábola ascendente al exterior y al interior un arco de elipse convexo seguido de un arco de parábola ascendente.

Subtipo 8 . Al exterior tenemos un arco de parábola ascendente/descendente y una recta divergente, unidos en este último caso por un punto singular y al interior un arco de elipse horizontal y un arco de parábola ascendente.

Tipo 14 . A la extremidad curvada redondeada le sigue al exterior un arco de elipse cóncavo, un arco de circunferencia cóncavo y un arco de elipse convexo, enlazados por puntos de inflexión, acabando con una recta divergente con un punto singular. El interior muestra un arco de parábola ascendente/descendente.

Tipo 15 . Extremidad curvada redondeada, unida por puntos de inflexión como el resto de las líneas, a un arco de parábola convergente a la que sigue un arco de parábola descendente convergente también. Al interior un arco de elipse cóncavo, un arco de elipse convexo y una recta convergente.

Tipo 16 . La extremidad es curva redondeada y se une al exterior con un arco de elipse cóncavo al que sigue un arco de elipse convexo. El interior está formado por un arco de parábola ascendente/descendente. Todos los nexos son puntos de inflexión y todas las orientaciones divergentes.

Tipo 17 . De nuevo con la extremidad redondeada, presenta al exterior un arco de parábola ascendente divergente seguido de un arco de elipse convexo convergente. El interior enlaza un arco de parábola divergente con un arco de elipse convexo convergente. Todas las uniones son puntos de inflexión.

Tipo 18 . Se distingue del tipo 16 en la segunda línea exterior que aquí es un arco de parábola descendente convergente.

Tipo 19 . La extremidad es curva redondeada y se une al exterior con un arco de elipse cóncavo horizontal por un punto de inflexión. A continuación un arco de parábola descendente convergente, unida a ella por un punto singular y después por un punto de inflexión a un arco de parábola ascendente convergente. Al interior los nexos son mediante puntos de inflexión entre la extremidad y un arco de parábola descendente y entre ésta y un arco de parábola ascendente.

Tipo 20 . Con extremidad curva redondeada, presenta al exterior, conectados por puntos de inflexión, un arco de circunferencia cóncavo vertical, un arco de elipse cóncavo divergente y mediante punto singular un arete convergente. En el interior encontramos un arco de parábola ascendente/descendente divergente unido a la extremidad por un punto singular, y éste con una línea recta convergente por punto singular.

Tipo 21 . Como es mayoritario, aquí también la extremidad es curva redondeada y se une al exterior por un punto singular a un arco de parábola ascendente divergente que se enlaza con un arco de parábola descendente convergente y tras un punto singular, un arco de elipse cóncavo vertical. Al interior aparece un arco de parábola ascendente/descendente divergente unido por un punto de inflexión a un arco de elipse cóncavo vertical.

Tipo 22 . Con la extremidad curvada redondeada, muestra un arco de circunferencia horizontal y un arco de parábola ascendente al exterior, mientras que el interior lo conforman un arco de elipse cóncavo divergente y un arco de elipse convexo vertical, además de un arco de parábola ascendente. Todas las líneas se unen por puntos de inflexión.

Tipo 23 . Presentan extremidades curvas redondeadas o con un sector apuntado. Las uniones son todas mediante puntos de inflexión. Así, al exterior encontramos sucesivamente un arco de parábola ascendente vertical o convergente, un arco de elipse convexo, un arco de parábola descendente convergente o vertical, y al interior lo mismo que en la línea anterior unida a un arco de parábola ascendente vertical o divergente y un arco de elipse cóncavo convergentes.

Tipo 24 . Las dos caras de su extremidad se unen con un punto singular entre líneas curvas. Al interior encontramos un arco de parábola ascendente convergente al que sigue un arco de parábola descendente vertical y tras el nuevamente uno ascendente convergente. En el interior un arco de elipse convexo divergente se enlaza con un arco de elipse cóncavo convergente. Todo es mediante puntos de inflexión.

Tipo 25 . Con la extremidad curva redondeada, todas las uniones se hacen mediante puntos de inflexión. El exterior muestra un arco de parábola, un arco de parábola ascendente/divergente o un arco de elipse convexo verticales divergentes y un arco de parábola ascendente convergente. Al interior, un arco de parábola descendente es seguido de un arco de elipse convexo, ambas divergentes, y por último, un arco de parábola ascendente convergente.

Tipo 26 . Presenta dos elementos idénticos. Su extremidad curvada redondeada se une a un arco de parábola ascendente horizontal por un punto de inflexión. Le sigue un arco de parábola descendente divergente, unido por un punto singular. Al interior un arco de elipse cóncavo convergente conecta con un arco de elipse convexo divergente.

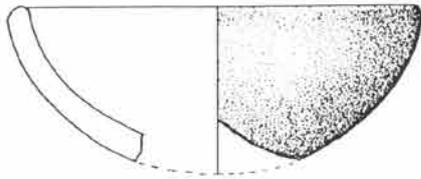
Tipo 27 . Con la extremidad también curva redondeada, unida al exterior a un arco de elipse cóncavo convergente, al que acompaña un arco de parábola descendente convergente. En la cara interna, un arco de elipse convexo divergente se une a un arco de parábola descendente convergente. Los nexos son puntos de inflexión.

Tipo 28 . La extremidad es curva redondeada y a ella se unen al exterior sucesivamente con puntos de inflexión un arco de parábola ascendente convergente, un arco de elipse convexo convergente y arco de circunferencia cóncavo convergente. El interior une un arco de circunferencia convexo divergente con una recta convergente y tras ésta un arco de circunferencia cóncavo convergente a través de un punto singular.

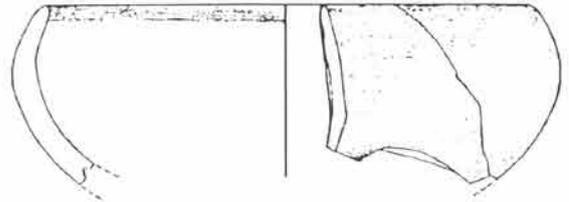
Tipo 29 . Extremidad curva que se une, como el resto de las líneas, mediante puntos de inflexión. Así, al exterior se suceden un arco de parábola ascendente o un arco de elipse cóncavo convergentes al que sigue un arco de parábola descendente convergente y después un arco de elipse cóncavo convergente. En su interior un arco de

parábola descendente o un arco de elipse convexo divergentes, enlazado por una curva idéntica con un arco de elipse cóncavo convergente.

Como resumen se puede valorar que de los 75 fragmentos de bordes, el 86.6% que se han agrupado en bloques homogéneos, lo que a su vez ha sido llevado o elevado a la categoría de tipos en el 80% de los grupos estadísticos. El resto, 20%, son fragmentos que por sus características muy singulares, constituyen un *unicum*, aunque, el sistema estadístico empleado lo relaciona con otros fragmentos, por escasa que sea la similaridad; lo que no ha permitido en estos casos construir tipos, a partir de estos grupos, ya que la relación entre los elementos de estos grupos es muy difusa. Un 86.6% de agrupación significativa de la muestra es considerada por el autor como un alto grado de resultado positivo, superior al obtenido en otras tipologías, sin los requerimientos metodológicos de ésta.



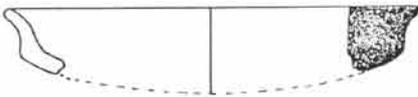
TIPO 1



TIPO 2



TIPO 3



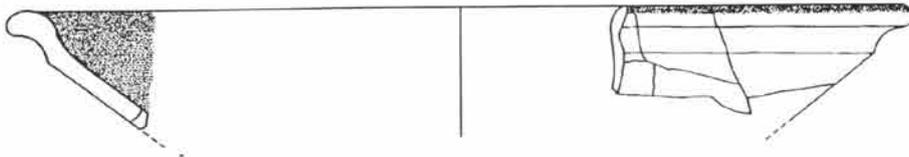
TIPO 4



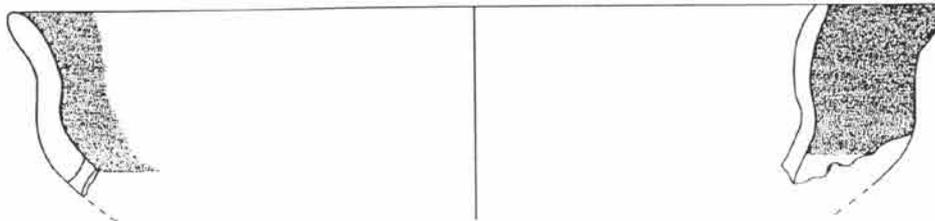
TIPO 5



TIPO 6



TIPO 7



TIPO 8

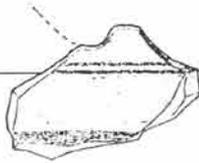




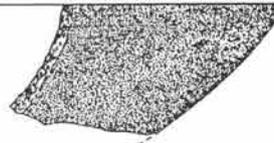
TIPO 9



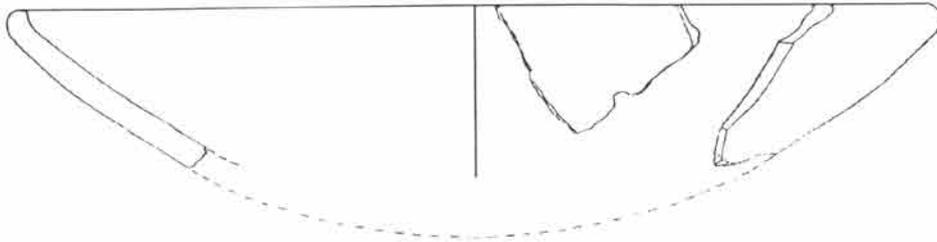
TIPO 10



TIPO 11

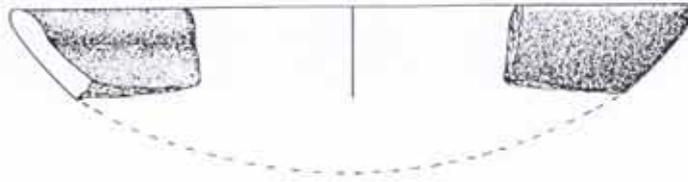


TIPO 12



TIPO 13. SUBTIPO 1





TIPO 13. SUBTIPO 2



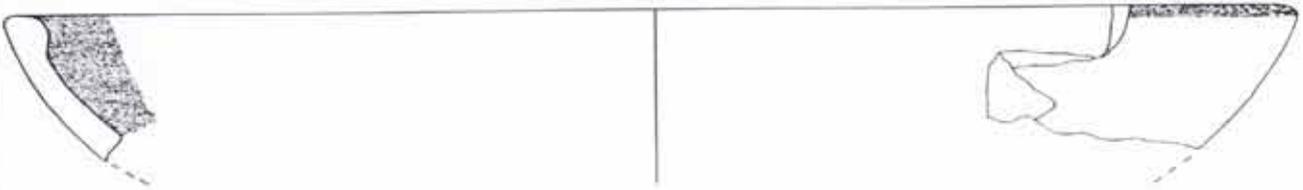
TIPO 13. SUBTIPO 3



TIPO 13. SUBTIPO 4

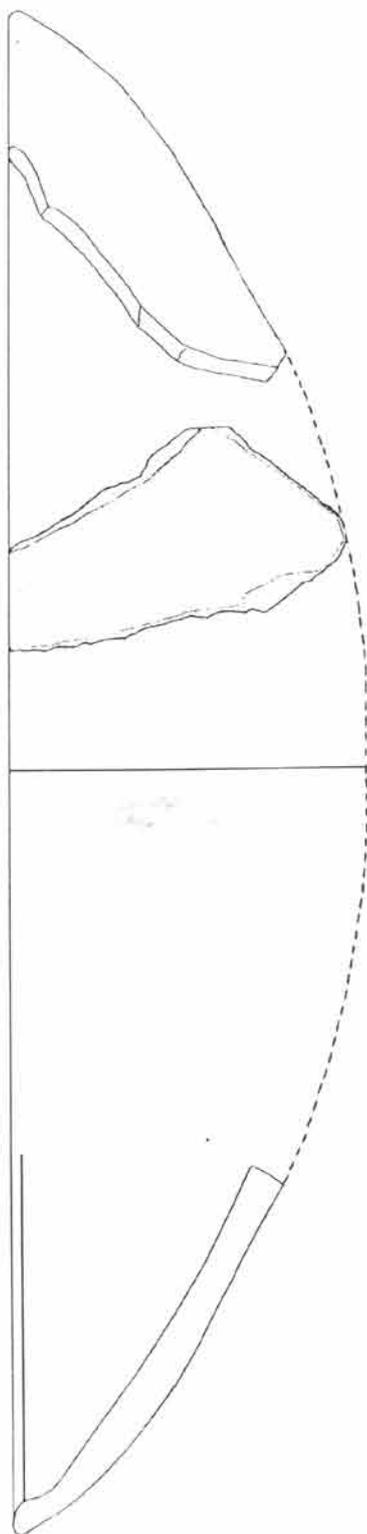


TIPO 13. SUBTIPO 5

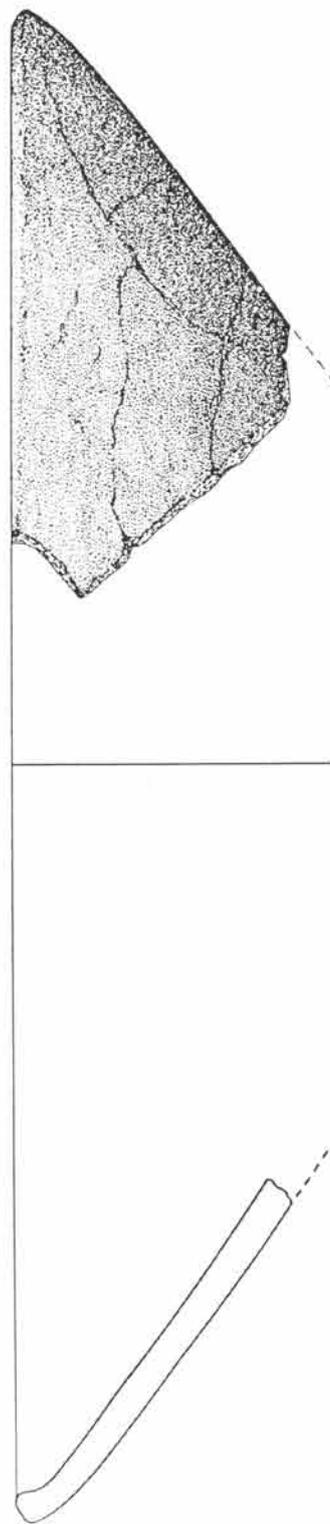


TIPO 13. SUBTIPO 6



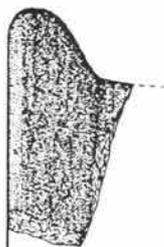


TIPO 13. SUBTIPO 7

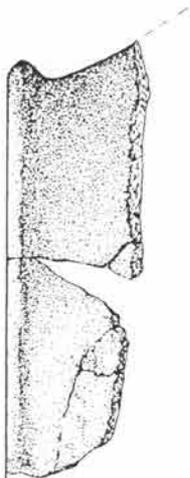


TIPO 13. SUBTIPO 8

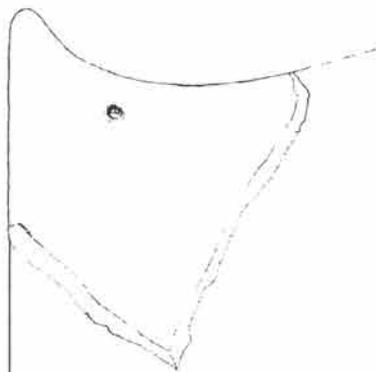




TIPO 14

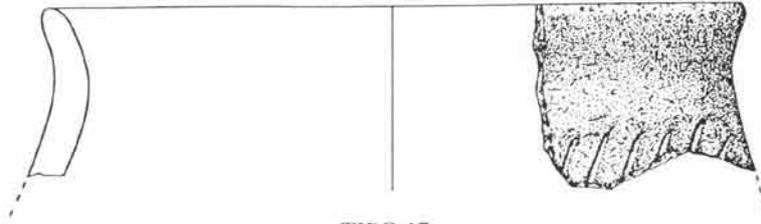


TIPO 15



TIPO 16

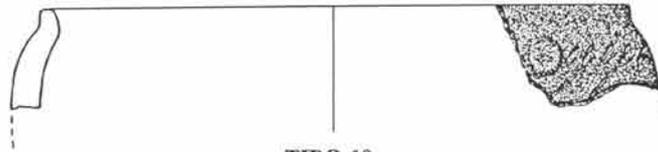




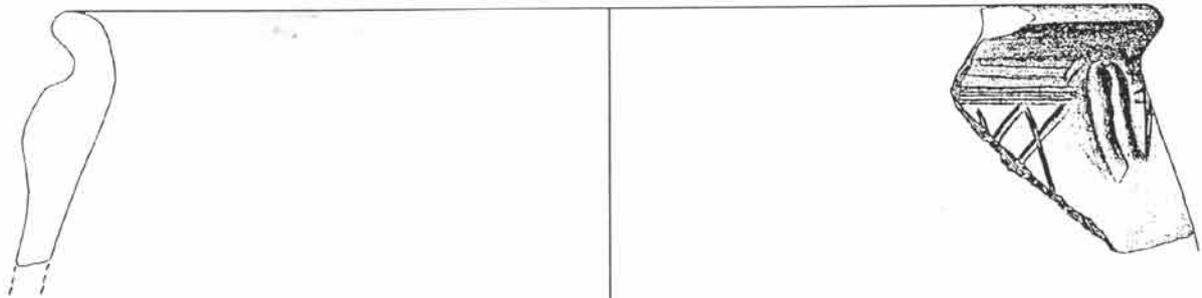
TIPO 17



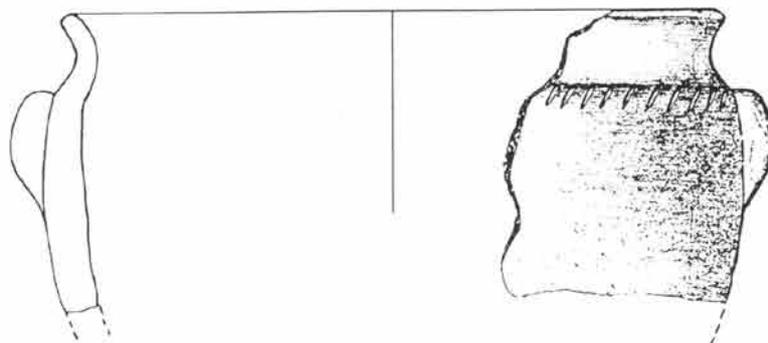
TIPO 18



TIPO 19

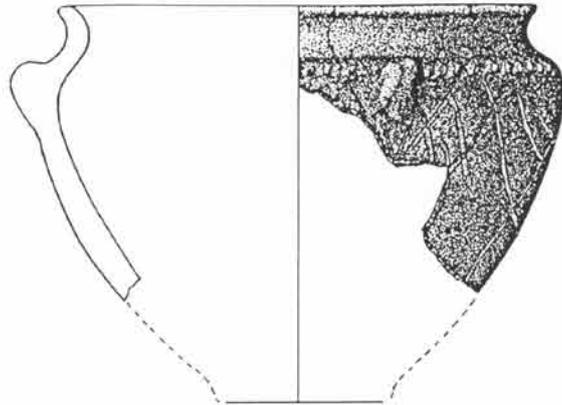


TIPO 20

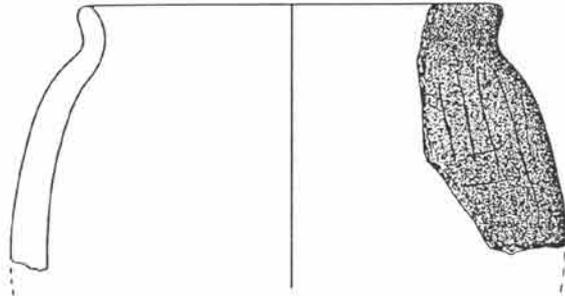


TIPO 21

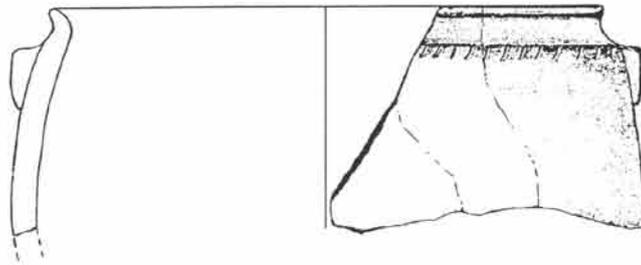




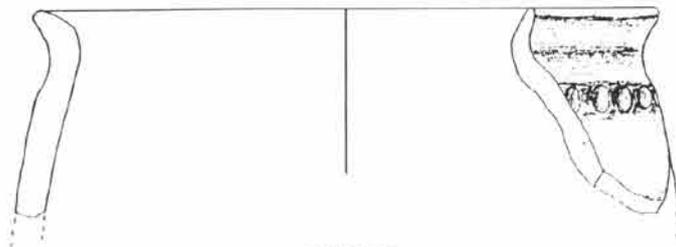
TIPO 22



TIPO 23

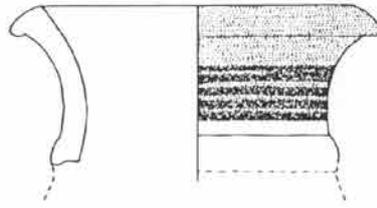


TIPO 24

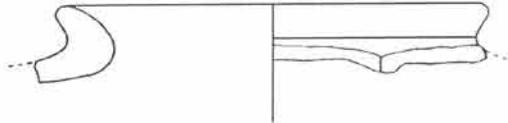


TIPO 25

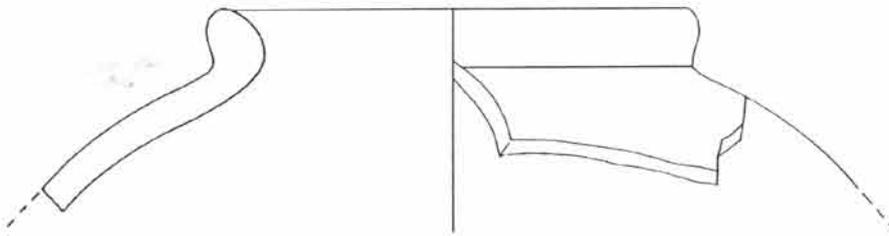




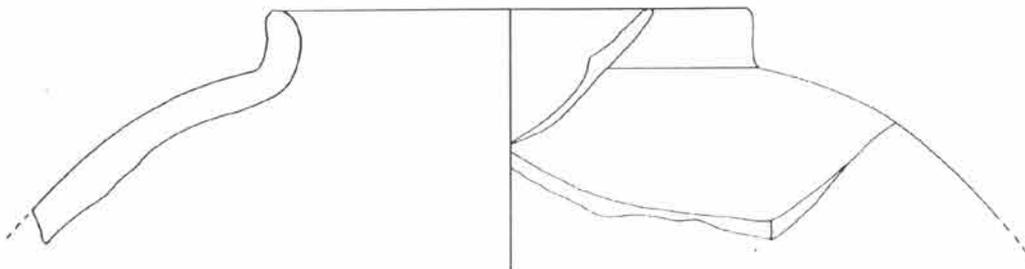
TIPO 26



TIPO 27



TIPO 28



TIPO 29





## Capítulo 6. METODOLOGIAS APLICADAS AL ESTUDIO DE LAS CERAMICAS ARQUEOLOGICAS

La **cerámica** supone uno de los avances más importantes en el desarrollo tecnológico de la Humanidad, si tenemos en cuenta el grado, y la continuidad de uso que alcanza a lo largo de la Historia, desde su aparición a nuestros días. Habría que considerar que es el primer objeto artificial creado, pues el hombre descubre el poder del fuego y llega a dominarlo (Arnal, 1984).

Inicialmente, la cerámica surge en el seno de unas comunidades que por su nivel económico y desarrollo tecnológico y social, empiezan a ser necesarias nuevas funciones, consistentes en el almacenamiento, transporte y transformación de alimentos. Esas funciones iniciales fueron ampliándose, poco a poco, a medida que fueron necesarios otros usos, hasta alcanzar casi todos los rasgos de la cultura material, incluidos los ideológicos, pues, con ella se realizan representaciones simbólicas, o sirven de soporte de expresiones de todo tipo, a través de su forma y decoración.

Por su excepcional tafonomía y extendido uso, la cerámica es uno de los objetos más abundantes y comunes en los registros arqueológicos. Por ello, y por sus características morfotécnicas particulares, ha sido muy utilizada para la clasificación y datación de todo tipo de manifestaciones humanas, llegando a adjudicársele, de manera inadecuada, el valor de delimitadora de horizontes culturales, cómo el elemento más abundante y significativo de la cultura material. El estudio de la cerámica a través del método comparativo, da soporte a muchas de las teorías explicativas de los procesos de evolución cultural, basadas en el difusionismo.

No obstante, la importancia de la cerámica, como elemento de estudio de las poblaciones que vienen utilizándola desde la Prehistoria, ha llevado progresivamente al perfeccionamiento de las técnicas de estudio, con la utilización de técnicas procedentes del campo de la Geoquímica y la Físico-química. Desde el momento en que el alfarero se procuró la materia prima, la arcilla, hasta que la cerámica fue hallada por el arqueólogo, el objeto manufacturado pasa por una serie de “estados”, de los cuales guarda alguna información; así, el modelado, el secado, la cocción, la utilización y el posterior enterramiento en el subsuelo, son diferentes etapas que pueden haber modificado o introducido algunas de sus propiedades (Jornet, 1984).

Es necesaria, por tanto, una metodología analítica, aplicable en cada caso, con la que se pretende dar respuesta a aspectos como: dónde fueron fabricadas las cerámicas, la temperatura de cocción a la que fueron sometidas, los procesos de modelado utilizados en la fabricación de las vasijas, la posible utilidad que habrían tenido, etc. Esto nos permitirá establecer relaciones entre unas comunidades y otras, próximas o más o menos lejanas, que marquen el grado de aislamiento o receptividad de las comunidades locales a influjos externos, a través del intercambio; habría por tanto que buscar las relaciones específicas entre cerámica, cultura y sociedad (Arnold, 1985).

### La arcilla

Se puede identificar el significado de la palabra, de origen griego, con la de alfarería, de etimología árabe. En efecto, “*keramos*” en griego y “*alfar*” en árabe, significan ambas arcilla (Fig. 6.1.).

La arcilla constituye la materia prima básica para la fabricación de la cerámica, junto al agua y al fuego. La cerámica es el resultado de dos propiedades de la arcilla: maleabilidad en su estado plástico, dureza en su estado cocido (Arnal, 1984). Sin embargo, ésta no ha recibido la misma atención que el producto acabado, siendo poco frecuentes los estudios centrados en la caracterización e identificación de las distintas áreas fuente de las materias primas empleadas para elaborar vasijas cerámicas en una localidad.

El origen de la arcilla, como asociación de minerales, se debe, primariamente, a los procesos de meteorización que ocurren en las rocas cuando quedan expuestas en la superficie terrestre. Durante el proceso de formación de suelos, los minerales constitutivos de las rocas son destruidos o transformados por un conjunto de procesos de naturaleza física y química, provocados por los agentes naturales: el clima y la actividad de los seres vivos, animales y plantas. La hidrólisis de los minerales primarios da lugar a la neoformación de filosilicatos laminares, minerales de la arcilla, cuya composición depende de las condiciones ambientales en las que se ha producido la meteorización. El tipo y cantidad de los minerales neoformados depende de la naturaleza de la roca madre y de las condiciones climáticas del lugar (Linares et alii, 1983).



FIG. 6.1. Escenas sobre el proceso alfarero en vasos griegos de figuras negras. Antikensammlung. Atlas Museum Berlin

Como consecuencia de la erosión hídrica, todo el conjunto de materiales procedentes de los suelos, o de la alteración de las rocas es transportado a través de los ríos a las cuencas sedimentarias, donde se deposita formando estructuras definidas, o masas, más o menos, caóticas. La mayoría de los depósitos arcillosos son de carácter sedimentario acuático, y la disposición de las partículas minerales en el sedimento viene determinada por las condiciones de temperatura y salinidad del agua durante el proceso de depósito y de los procesos postdeposicionales, diagénesis, consolidación, litificación, etc.

Las condiciones que se dieron durante su génesis determinarán la composición y naturaleza de los depósitos de arcilla. Los depósitos formados por un solo tipo de arcilla son raros y se dedican a la fabricación de materiales especiales (Grim, 1962).

Desde el punto de vista del tamaño de grano de los sedimentos, la fracción arcilla corresponde a las partículas de tamaño inferior a 0,002 mm. Esta fracción está constituida fundamentalmente por filosilicatos: caolinita, haloisita, ilita, clorita, esmectita, vermiculita e interestratificados. En zonas áridas, también, es frecuente la presencia de paligorskita y sepiolita. Como minerales accesorios aparecen cuarzo, calcita y oxihidróxidos de hierro. Estos últimos en fracciones muy finas, depositadas sobre las superficies de los filosilicatos.

La definición de arcilla que aparece en el Dictionary of Geological Terms (1962): “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 magnesia”; recoge tres aspectos, el del tamaño, el de la composición mineralógica y el de la arcilla como material natural de composición compleja (Barahona, 1974).

Sin embargo, el término arcilla se aplica a un material en el que la fracción arcilla (<0.002mm) (Atterberg, 1912) es abundante, pero no necesariamente predominante. Así, por ejemplo, en suelos, la clase textural arcilla se define por la posesión de más del 35% de fracción arcilla. Tal proporción de elementos finos es suficiente para que se exprese claramente la plasticidad, propiedad característica de las arcillas. En el material arcilloso, las fracciones más gruesas (arena y limo) están constituidas por resistatos, cuarzo, circón, feldespatos, y agregados poliminerálicos, generalmente, fragmentos de roca sin meteorizar.

Desde el punto de vista de la utilización para fines cerámicos, la plasticidad del material es la propiedad esencial, ya que permite el proceso de moldeo. Esta propiedad es una consecuencia de la alta carga y superficie específica de los filosilicatos de la arcilla. Una plasticidad excesiva puede suponer la rotura de las piezas durante los procesos de secado y cocción, por lo que la presencia de desgrasantes, cuarzo, feldespatos, etc. y otros minerales de las fracciones gruesas es una propiedad deseable en las arcillas (Barahona, 1974). La cercanía del depósito al centro de manufacturación es un supuesto indispensable, salvo en el caso de la fabricación de productos muy especiales.

La composición mineralógica de las arcillas que conforman las pastas cerámicas puede corresponder a las características de los materiales geológicos originales, cuando la temperatura de cocción de los mismos no ha sido muy elevada. Por el contrario, cuando se han alcanzado altas temperaturas (850-900°C), se modifica la composición original, formándose nuevas fases mineralógicas, que dificultan la comparación con la materia prima sin cocer, pero que pueden utilizarse como indicadores de la temperatura de cocción alcanzada.

La dificultad, que se presenta a la hora de estimar la procedencia de las arcillas que se emplearon en la fabricación de las cerámicas arqueológicas, estriba, en que una vez cocidas, éstas sufren una serie de transformaciones mineralógicas, dependientes de la temperatura de cocción, lo que dificulta la comparación con la materia prima sin cocer. Estas nuevas fases minerales que se producen en la cerámica, llamadas fases de alta temperatura, proceden de la reacción de la calcita y/o dolomita con el cuarzo y con la sílice de la destrucción de los filosilicatos.

Cuando los filosilicatos y la calcita se destruyen con la cocción, empiezan a aparecer a partir de los 850°C, minerales como feldespato K, plagioclasas, gehlenita y dióxido+wollastonita.

Aún en el caso de tratarse de piezas cocidas a baja temperatura, y que por tanto conserven las estructuras laminares de los minerales de la arcilla, es difícil el diagnóstico de la procedencia, por el hecho de que la composición mineralógica de las arcillas puede ser muy parecida, aún en zonas muy alejadas geográficamente, dada la comunidad de procesos formadores de este tipo de materias. Con frecuencia poseen más valor diagnóstico los minerales detríticos acompañantes, cuya composición refleja de manera más precisa el ambiente geológico de origen. También la presencia de microfósiles puede ser un elemento de juicio importante, ya que su presencia es una prueba del afloramiento de niveles geológicos correspondientes, en los alrededores del taller (Bordet, 1992).

## 6.1. Análisis mineralógico

### 6.1.1. Estudio óptico

La aplicación de técnicas de carácter físico, como son las ópticas, nos permite conocer aspectos relacionados con las características que presentan las matrices cerámicas.

A través del análisis óptico mediante **lupa binocular** se identifica la macrotextura de la matriz cerámica, poros y huellas superficiales, el contenido en desgrasantes (heredados y añadidos), así como, la presencia, en algún caso, de microfósiles, lo que permite establecer similitudes o diferencias entre las cerámicas estudiadas. La lupa binocular es un buen instrumento para el primer acercamiento al estudio de la cerámica. El estudio óptico se ha efectuado con una lupa binocular ZEISS 475084-9901, con oculares de 10x25, y objetivos de 2 y 6.3 aumentos.

Para completar el estudio óptico, es fundamental la documentación en imágenes de las características particulares de cada matriz cerámica. Para ello, la técnica usual es la microfotografía, que capta la imagen visualizada mediante una cámara fotográfica especial, incorporada a la lupa.

El **microscopio óptico binocular** permite observar con mayor detalle las características de la matriz fina, formas y huellas superficiales de los minerales y la presencia de microfósiles, tanto en las cerámicas como en las arcillas. Las determinaciones son más precisas, en el caso que se requiera, que las que se realizan con la lupa binocular, ya que con él se consiguen más aumentos.

Para la preparación de las muestras se utilizan los métodos habituales en micropaleontología, realizándose *frotis* de cerámica y de arcilla sobre las que se efectúa el estudio.

Además, hemos empleado un **Fotomicroscopio de polarización** Olympus BH-2 PM-10 AK, para la visualización de las láminas delgadas realizadas a algunas muestras cerámicas. Este estudio sirve para completar en el estudio óptico mediante la lupa binocular, sirviendo para profundizar tanto en la identificación de los minerales presentes en la muestra, como en la estructura que estos presentan, pudiendo llegar a definir las particularidades que presenta cada cerámica, con lo que se pueden relacionar con áreas geológicas a la hora de formar grupos mineralógicos con análoga composición.

El microscopio mineralógico es un instrumento que permite estudiar las propiedades ópticas de los minerales, para ello va provisto de un polarizador, o sea, un sistema para producir luz polarizada.

La lámina delgada es una finísima hoja delgada de material cerámico, montada con un adhesivo o resina especiales en un cristal de microscopio.

Al montar la lámina en un microscopio con fuente de luz polarizada (luz que vibra en un solo plano) y portaobjetos giratorio, los distintos minerales que hay en la cerámica reaccionan ante la luz de manera diferente. Algunos mostrarán ciertos colores específicos, otras formas particulares, y estas diferencias contribuirán a su identificación. El examen de los minerales que constituyen la cerámica mediante esta técnica tiene ventajas si lo comparamos con los típicos análisis de composición de la arcilla. La identificación de los minerales presentes en la muestra nos ayudará a descubrir el

origen de la arcilla. Algunas combinaciones indican que la arcilla deriva de un tipo geológico específico, lo que nos va a permitir reducir las fuentes posibles de procedencia en una zona, o establecer la procedencia alóctona de una cerámica por los desgrasantes que la componen. Aún en el caso en el que no se pueda señalar la fuente específica de donde provienen las cerámicas, se pueden agrupar los fragmentos teniendo en cuenta sus características comunes.

Esta técnica servirá, en mayor o menor medida, para la resolución de estos planteamientos, dependiendo de la composición mineralógica de la muestra, ya que hay minerales que son característicos de zonas concretas y otros como el cuarzo que se encuentran en todos sitios.

### **6.1.2. Difracción de Rayos X**

Paralelamente al estudio óptico, los datos mineralógicos se obtienen a través de la identificación de las fases cristalinas que se realiza por medio de la Difracción de Rayos X. Este análisis permite determinar los componentes mineralógicos que presenta la muestra cerámica y en que cantidad aparecen estos. Consiste en hacer incidir un haz de rayos x de una longitud de honda determinada en un preparado mineral, reducido a polvo muy fino, sobre el que se mide la dispersión angular y la intensidad de los rayos x refractados. Este análisis se llevó a cabo en un Difractómetro de R-X, Philips PW 17-30, con discriminador de altura e impulsos y monocromados de grafito, identificándose cualitativa y semicuantitativamente las fases minerales cristalinas presentes en la cerámica y en la arcilla.

La composición mineralógica global de la muestra se determina mediante la técnica del Diagrama de polvo cristalino. El conjunto de picos de difracción que aparecen en un diagrama son como una “firma” de cada mineral y sirven para identificarlo. La intensidad de los picos es proporcional a la abundancia del mineral en una mezcla, lo que permite semicuantificarlo.

La determinación mineralógica por Difracción de Rayos-X es una técnica muy utilizada por su disponibilidad y porque la cantidad de muestra necesaria es mínima, por lo que no resulta destructiva. Sin embargo, ofrece el inconveniente de la gran ubicuidad que presentan en general los minerales mayoritarios de las materias primas cerámicas. La aparición de fases de alta temperatura durante la cocción ofrece información adicional sobre la tecnología de fabricación de las piezas, pero también complica la secuencia de fases minerales que pueden aparecer en materiales de la misma procedencia.

### **6.1.3 . Agregados Orientados**

Para la determinación de los minerales de la fracción arcilla, que pueden estar presentes en la matriz cerámica, si la temperatura de cocción ha sido baja, o si ha habido transformaciones posteriores, se utiliza la técnica de Agregados Orientados solvatados con Etilen-glycol y Dimetil-sulfóxido, que produce espaciados interlaminares característicos en esmectita y caolinita, lo que facilita su identificación. Con este estudio se completan los datos mineralógicos obtenidos para la muestra total. Para su ejecución se separa por sedimentación la fracción <0.002mm, se deja sedimentar sobre una lámina de vidrio y, tras el tratamiento con etilen-glycol y dimetilsulfóxido, se procede a efectuar un diagrama de Rayos X.

Para la lectura e interpretación de los diagramas se utilizan las tablas de espacios e intensidades de Brindley, G. W. y Brown, G.

#### 6.1.4. Análisis Térmico Diferencial (ATD)

Se basa en la diferencia de temperatura que adquiere una muestra al calentarla linealmente, como consecuencia de las relaciones exotérmicas o endotérmicas que se producen durante el proceso de calentamiento. El registro de A.T.D. nos da las diferencias de temperatura entre la muestra y una muestra inerte (generalmente alúmina) sometida al mismo proceso de calentamiento.

Los procesos exotérmicos y endotérmicos, propios de cada sustancia, que ocurren durante el calentamiento se registran como picos de signo contrario.

Para la obtención de los diagramas de ATD-TG de las diferentes muestras analizadas para la determinación de carbonatos, se utilizó un termoanalizador Netzsch STA 409 EP, utilizando una velocidad de calentamiento de 10°C/mn., en referencia de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, realizándose los termogramas en atmósfera de aire. El % CO<sub>3</sub> se determinó en la curva de TG, mediante ordenador con una fiabilidad superior al 0.5%.

### 6.2. Análisis físico

#### 6.2.1. Densidad aparente

La densidad aparente de las piezas cerámicas (peso por unidad de volumen), depende de la porosidad de las mismas. Es una función de la temperatura de cocción, ya que la porosidad disminuye con la vitrificación. También refleja el grado de empaquetamiento que pueden alcanzar las partículas. En general se incrementa con el contenido en desgrasantes (principalmente cuarzo y feldespatos). Se puede establecer una relación entre el porcentaje de estos minerales, determinados por Difracción de Rayos X, y la densidad aparente de las cerámicas.

Existe una estrecha dependencia entre la densidad aparente en cocido y la de las piezas secas, lo cual quiere decir que las características del sistema poroso en cocido, en gran parte, se heredan del sistema seco, sin cocer y que por tanto, en último término, son función de la heterometría de las materias primas. Las muestras no calcáreas tienen un comportamiento muy diferente a las calcáreas, debido a su alta contracción en la cocción.

Una densidad aparente baja indica una porosidad alta, por regla general.

La densidad alta puede ser por falta de cochura o por mucha cochura.

#### 6.2.2. Porosidad.

La porosidad se obtiene a partir del valor de la densidad aparente, teniendo en cuenta que la densidad media de los minerales comúnmente encontrados en las arcillas es de 2,65 g/cm<sup>3</sup>. La porosidad abierta puede determinarse, también, por la capacidad de absorción de agua que poseen las piezas cuando se sumergen en agua hirviendo. Ambas son un reflejo del grado de vitrificación alcanzado durante la cocción.

La porosidad de las muestras cocidas a 700°C es superior a las muestras crudas, esto es debido a la expansión de

cocción (aproximadamente 3% en volumen) que tiene lugar a esta temperatura, ya que parte de los carbonatos ya se han descompuesto, liberando una cierta porosidad. En la mayoría de las muestras la descomposición de los carbonatos (puesta de manifiesto por la pérdida de peso), no acaba hasta los 800°C y en pocas muestras a los 900°C (carbonatos en gramo muy grueso).

### 6.2.3. Área Específica

La determinación del área específica (Método BET) es potencialmente muy interesante ya que los minerales de la arcilla, antes de cocer poseen áreas muy elevadas, del orden de centenares de m<sup>2</sup> por gramo. Durante la cocción los minerales de la arcilla se destruyen y el área específica disminuye rápidamente. El procedimiento operativo para la determinación es relativamente sencillo y, por tanto, muy adecuado para la determinación de rutina en series numerosas de muestras.

### 6.2.4. Dilatometría

El principio de esta técnica se basa en la detección y seguimiento de los cambios dimensionales que tienen lugar al calentar linealmente una probeta cerámica bajo condiciones controladas. Estos cambios pueden deberse al mismo cambio de temperatura (dilatación reversible), pero también a diferencias en el empaquetamiento de las partículas, producidas por la formación de vidrio, aparición de nuevas fases etc... En general la sinterización conlleva una contracción irreversible. Naturalmente, muchos de los cambios que se detectan en un dilatómetro dependerán de la historia previa de la pieza y podrían, por tanto, utilizarse para hacer inferencias sobre ésta. Por ejemplo, el recocido más allá de la temperatura original de cocción conduce a la superposición de la dilatación reversible sobre una contracción irreversible, debida a la consolidación de sinterización, lo que permite hacer inferencias sobre la temperatura de cocción

Sin embargo, del trabajo de Tite (1969) se deduce que si la temperatura de contracción es inferior a 700°C o si la cerámica es calcárea, los datos obtenidos por la dilatometría sólo proporcionan un valor aproximado de la temperatura de cocción y por tanto esta temperatura debe ser considerada en función de los datos mineralógicos. Según el mismo autor, si la temperatura de contracción es superior a 700°C el valor obtenido para la temperatura de cocción tiene una precisión de  $\pm 25$  °C.

## 6.3. Análisis químico

El análisis de elementos químicos se utiliza para completar la información que nos han proporcionado los métodos mineralógicos. Las arcillas con las que se fabricaron las cerámicas arqueológicas son tan homogéneas, desde el punto de vista mineralógico, que sólo el análisis de sus elementos químicos puede proporcionarnos una caracterización fiable, que nos permita distinguir los orígenes de las arcillas que se utilizaron en la elaboración de las cerámicas.

### 6.3.1. Elementos traza

Una técnica que parece prometedora para constatar el origen de las cerámicas es la determinación de elementos traza ya que pueden dar mucha información sobre el ambiente geoquímico de formación de los materiales originales. Unos conjuntos de elementos irán ligados a los resistatos presentes en los materiales -fracciones arena y limo-, otros a minerales secundarios aparecidos durante procesos de diagénesis y consolidación; finalmente, otros se concentrarán en arcillas y oxihidróxidos de hierro y aluminio y otros materiales amorfos producidos durante el proceso de meteorización de las

rocas, dependiendo de la movilidad de los elementos y de las condiciones fisicoquímicas del medio.

La técnica **ICP Masas** ofrece la ventaja de su sensibilidad y precisión, además de necesitar apenas 0.1 g. de muestra, que se mineraliza con ácido nítrico; pero, sobre todo, la mayor ventaja de esta técnica es que pueden determinarse un elevado número de elementos simultáneamente en un solo análisis. El presente estudio está dirigido a evaluar la utilidad de esta técnica en arqueología, ver su viabilidad y operatividad en la resolución de problemas arqueológicos.

## **6.4. Tratamientos estadísticos**

La utilización de los resultados de los análisis, tanto de cerámicas, como de arcillas, pasa generalmente por métodos informatizados de tratamiento de datos (Contreras, 1984).

La estadística se encarga de recoger, ordenar, resumir y analizar los datos de cualquier tipo sobre colectivos, lo que significa que no tiene sentido pensar en un dato aislado o individual, siendo necesario considerar un grupo de elementos, a los que se refieren los datos que se consideran.

### **6.4.1. Análisis de factores**

Estudia las relaciones entre variables (modo R) o entre objetos (modo Q). Se utiliza para:

1) Reducir la dimensionalidad de la matriz de datos, sustituyendo las variables experimentales por un número menor de variables artificiales formadas por combinación lineal de las primeras, que, sin embargo, contienen la misma cantidad de información (análisis de componentes principales).

2) Dichas variables artificiales pueden considerarse como causas subyacentes de la variación de las experimentales. Estas serían el reflejo de dichas causas primarias de variación. La adjudicación de grupos de variables que covarían juntas a cada una de las causas subyacentes de variación (factores), de tal manera que la configuración de tales agrupaciones de variables sea lo más simple posible, sería la otra meta de esta técnica (análisis de factores).

### **6.4.2. Análisis de la varianza**

Este análisis tiene por objeto el determinar o detectar el efecto de una clasificación (adjudicación a grupos) sobre una variable dependiente. La clasificación, por otro lado, puede efectuarse a partir de un criterio aislado o varios criterios simultáneos. Se comprueba, a través de la estimación de las varianzas por 2 métodos independientes (a partir de los valores individuales o de los valores medios de los grupos), si las diferencias entre los valores medios de los grupos son reales (significativas) o bien pueden deberse a error de muestreo (no significativas). En agricultura, disciplina que dio origen al desarrollo de esta técnica, se utiliza, también, para determinar si los efectos de determinados tratamientos (adición de fertilizantes, etc.; las diferencias de tratamiento en clase o nivel de los tratamientos son los que dan origen a los grupos) sobre la variable medida son significativos o no. Generalmente, el análisis de la varianza se aplica a una sola variable dependiente (ANOVA), pero también se puede aplicar a varias variables dependientes simultáneamente. En ese caso se enjuicia si las diferencias entre los centroides de los grupos son significativas o no (MANOVA).

### 6.4.3. Análisis cluster

Es el nombre genérico de una serie de métodos matemáticos que intentan encontrar que objetos de un conjunto de datos son similares, en función de una medida de similaridad previamente establecida. De esta forma, los objetos pueden agruparse en grupos (clusters o aglomerados), donde cada clusters contiene aquellos elementos que son similares entre sí. Los métodos de análisis cluster multivariante están, pues, enfocados a realizar agrupaciones en un conjunto de datos definidos mediante varias variables tomadas en cuenta simultáneamente, de forma que se consiga el máximo aislamiento entre los grupos resultantes, maximizando la distancia entre los grupo (distancia intergrupos), y la máxima homogeneidad dentro de cada grupo, minimizando la distancia entre los elementos de cada grupo (distancia intragrupo) (Esquivel y Contreras, 1984).

Al desconocer, a priori, el número de grupos que constituyen los datos se ha utilizado un clustering de tipo jerárquico sin solapamiento. Además, las variables tienen, a priori, el mismo peso, es decir, el método utilizado es de tipo SHAN (cluster jerárquico no pesado sin solapamiento).

El método exige la elección, adecuada a los datos de que se dispone, de dos elementos básicos: el algoritmo de agrupación para asignar elementos a grupos o agrupar grupos, y la medida de similaridad o, a la inversa, la medida de distancia entre elementos. En este caso particular, el algoritmo de agrupación usado ha sido el average-linkage, en el que la similaridad elemento-grupo o grupos-grupo se realiza respecto al centro del grupo, lo que permite obtener grupos equilibrados, bien aislados entre sí. Por otra parte, al tratarse de datos p.p.m. (partes por millón) tienen bastante semejanzas con los datos de tipo frecuencia o porcentaje y, en este caso, la medida de similaridad más adecuada es la fundamentada en una distancia de tipo tabla de contingencia; aquí se ha cogido la distancia chi-cuadrado que, además, no exige hipótesis previa acerca de los datos.

Por tanto, el clustering realizado es de tipo average-linkage con distancia chi-cuadrado.

El test de chi-cuadrado de Pearson pretende encontrar la relación, si existe, entre la frecuencia de una variable y las frecuencias teóricas previamente establecidas, o la relación entre dos variables establecidas a partir de una tabla de contingencia (una clasificación según dos categorías). En ambos casos las inferencias acerca de los datos se llevan a cabo contrastando los valores observados, con los valores teóricos que serían de esperar si los datos no siguieran una pauta determinada a priori, es decir, si no existieran diferencias entre las variables que intervienen en la clasificación.

El test chi-cuadrado permite comprobar la significación de la desviación existente entre las frecuencias observadas y las frecuencias esperadas para contrastar si se debe a fluctuaciones aleatorias de los datos o si, por el contrario, puede deberse a la existencia de factores no aleatorios. La utilización más usual de las tablas (uni o bidimensionales) se enfoca a estudiar el ajuste de los datos a una hipótesis previa o analizar la existencia de asociación entre los atributos que determina la tabla.

### 6.4.4. Análisis discriminante

La finalidad del análisis cluster puede resumirse en la creación automática de una clasificación de objetos (o casos estudiados) a partir de un conjunto multivariante de propiedades (las variables que los caracterizan). Las clases que se forman son los aglomerados de objetos y su jerarquización, construidas a partir de los índices de similaridad de

sus propiedades. En resumen, el cluster nos permite construir una clasificación partiendo de cero, y adjudicar los objetos a las clases de forma automática, sin imposiciones previas por nuestra parte (salvo la selección de las técnicas y algoritmos a utilizar).

En el caso del análisis discriminante, el problema es distinto. Se parte del conjunto multivariante de propiedades de una serie de objetos de los que se conoce con certeza su clasificación (el grupo a que pertenecen). A partir de los resultados del MANOVA se construyen una serie de funciones discriminantes que, como en el caso del análisis de factores, son combinaciones lineales de las distintas variables experimentales medidas (las propiedades). Estas funciones tienen la propiedad de maximizar el poder separador, es decir, son ejes en el espacio multivariante colocados en una dirección tal que al desplazarnos a lo largo de ellos, la separación entre los grupos es más acentuada (se aprecia con un mínimo de superposición).

Las funciones discriminantes se aplican entonces a los objetos cuya clasificación desconocemos y con su ayuda podemos adjudicarlos a las clases establecidas con un mínimo error. En resumen, el análisis discriminante sirve para adjudicar objetos cuya clasificación desconocemos a grupos (clases) de una clasificación preestablecida.

De las distintas técnicas analíticas que hemos tenido a disposición, hemos aplicado aquellas que, pensamos, nos podían servir para resolver algunas de las cuestiones que nos hemos ido planteando, conforme el trabajo se ha ido desarrollando y teniendo en cuenta, que en los estudios analíticos, la utilización de un conjunto de análisis convergentes reforzará la fiabilidad de los resultados.

Como señala Echallier (1984), para que se pueda validar una hipótesis con la analítica, es necesario tener una. Los análisis que se realizan “para ver”, que se solicitan a los laboratorios, sin tener en cuenta la problemática arqueológica, no sirven para nada. Hay que tener claro que problemas son los que se pretenden resolver con los distintos métodos de análisis utilizados, el problema aparece con el uso de la técnica por la técnica. El análisis arqueológico es un trabajo de búsqueda difícil y no una adivinanza de las prácticas analíticas. En el trabajo de búsqueda arqueológica, la hipótesis de partida es fundamental y debe proceder de un diálogo entre el arqueólogo y el analista, a partir de una problemática arqueológica concreta, una vez realizado el análisis, la hipótesis será invalidada o confirmada y muchas veces los análisis de laboratorio no servirán para constituir otra cosa que una nueva hipótesis de trabajo. Con los nuevos planteamientos que se empiezan a desarrollar por los arqueólogos, preocupados por conseguir el máximo de resultados posibles en la interpretación arqueológica, los análisis llegan a ser tan indispensables como la misma excavación arqueológica, sin que estos lleguen a constituir un fin en si, como ocurre en muchos casos. Los dos son unos medios complementarios, que si se sabe como emplearse, pueden llegar a servir para un buen conocimiento histórico.

Las diferentes técnicas de caracterización pueden ofrecer buenos resultados, siempre que se conozca cual es la naturaleza de los problemas a resolver, las técnicas pueden ayudar a solucionarlos, pero asumiendo las limitaciones que presentan. Las técnicas de caracterización no son un fin en si mismo, y los análisis efectuados sobre cerámicas arqueológicas tienen poco valor si no se integran en el marco de aproximaciones que contemplen el fenómeno de la cerámica como uno de los factores que interactúan en el conjunto de las sociedades del pasado (García Heras, 1992).

## Capítulo 7. CARACTERIZACIÓN DE LAS ARCILLAS DE LA DEPRESIÓN

Consecuencia de procesos geológicos, se produjo en la Depresión una división en dos zonas: la occidental, dónde predominan series terciarias de areniscas de Aljibe y flysch, con formaciones calizas jurásicas y arcillas triásicas en los rebordes y algunas intercalaciones internas; y la oriental, una cuenca marina neógena, rellena por series molásicas. Esta cuenca molásica de Ronda, con una extensión de 300 km<sup>2</sup>, tiene su cota más alta en el cerro de las Mesas, cerro testigo de caliza de algas de posible edad Messiniense, con 1002 m. de altitud.

A partir de nuestros estudios, podríamos hablar de cuatro grandes formaciones arcillosas, conservadas en posición primaria en la Depresión de Ronda (Fig. 7.1.):

- 1.- Arcillas antiguas (Triásico superior-Jurásico inferior) – Azul –.
- 2.- Arcillas con bloques (Burdigaliense) – Amarillo –.
- 3.- Arcillas procedentes del relleno marino del Mioceno superior (Tortonense-Messiniense) – Verde –.
- 4.- Arcillas recientes (Cuaternario) – Rojo –.

1.- Los depósitos de las arcillas más antiguas de la Depresión, según Blumenthal (1933), podrían corresponder al final del Triásico y el tránsito al Jurásico inferior (Lías). Estas arcillas se asientan sobre calizas oscuras correspondientes al Muschelkalk. En el Triásico medio se produce una etapa transgresiva, lo que permitió el depósito de materiales carbonatados en un medio marino de aguas poco profundas. Este episodio está representado por los niveles de calizas que se forman como consecuencia de los carbonatos disueltos por los minerales y habitantes que ocupaban ese medio. Durante el Triásico superior y hasta al Jurásico inferior empiezan a formarse los depósitos de arcilla sobre estas calizas.

El afloramiento correspondiente a esta formación aparece *in situ*, próximo a la ciudad de Ronda, y está compuesto por arcillas, margas y limos de diversos colores (rojos, verdes, morados, amarillos), localmente con niveles areniscosos y yesos y niveles con oolitos ferruginosos. La potencia de este afloramiento es de 50-70 m.

Durante el Jurásico inferior, el mar invade toda la región comenzando un régimen de depósitos marinos que no se interrumpe hasta el Terciario superior.

2.- El relleno de la Cuenca se depositó, de forma discordante, sobre la denominada Formación de Arcillas con Bloques. Esta formación, de origen tectosedimentario aflora en muchos lugares de la Depresión de Ronda con características diferenciadas. Las arcillas base de la formación presentan una coloración variada, por la que se les suele conocer como versicolores, entre los que son mas frecuentes los rojizos, verdes y grises y menos frecuentes los tonos violáceos o amarronados. Según señala Bourgois en su tesis doctoral (1978), estas arcillas no contienen generalmente, más que microfauna mediocres, que no están la mayoría de las veces fechadas, sin embargo, los escasos foraminíferos llevan a dataciones que se escalonan del Cretácico superior al Oligoceno. En ellas no se observan estructuras sedimentarias y sí una distribución caótica (Cano-Jerez). Los bloques están constituidos por calizas detríticas con *Microcordium*, dolomías, marga calizas del subbético medio (Moreno, 1991), y conglomerados poligénicos y calcarenitas. Aunque

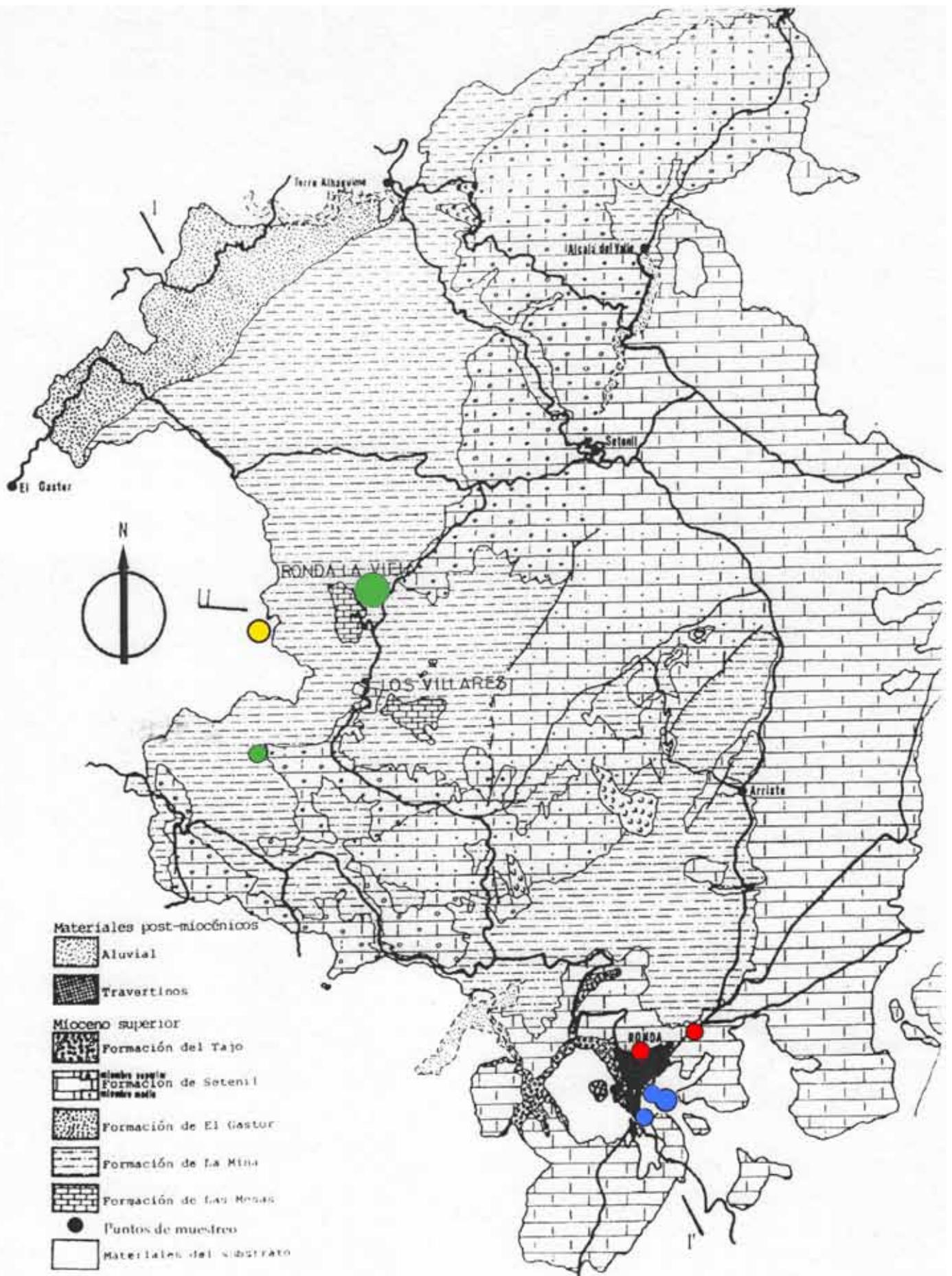


FIG. 7.1. Distribución de las formaciones sedimentarias en la Depresión de Ronda con la situación de los puntos de muestreo de las arcillas (Elaboración propia a partir de F.Serrano)

todos ellos fueron considerados como bloques (Bourgois, 1978), en la actualidad se considera que las calcarenitas pueden formar el relleno de canales turbidínicos encajados en las facies arcillosas de talud, que han sido desordenados por movimientos tectónicos (Cano-Jerez, 1991). La edad de la formación la proporcionan los bloques más modernos, areniscas de Aljibe, Oligoceno y la formación postorogénica que se superpone, molasa, de edad Tortoniense-Messiniense (Moreno, 1991). Bourgois considera que la edad más probable de estas arcillas es el Burdigaliense (Mioceno inferior). La edad de los bloques varía del Triásico al Mioceno inferior.

Esta Cuenca, resultado del plegamiento alpino, fue invadida por el mar, como buena parte de la Depresión Bética y sus zonas marginales, durante el Mioceno superior. Aunque existen algunas discrepancias, la transgresión marina se suele fechar para sus inicios en el Tortoniense superior, para iniciar su retirada en el Messiniense inferior, estando ya totalmente emergida al final del Messiniense. Mapa geológico de la Cuenca de Ronda según Bourgois (Fig.7.3.).

3.- La huella de ese episodio marino fue el depósito de sucesivas capas de sedimentos, procedentes de la erosión de las jóvenes montañas alpinas cercanas, denominadas, de forma genérica, molasa. Está constituida por materiales mayoritariamente finos, con abundantes partículas gruesas, como arenas y cantos rodados, fruto de la destrucción de esos relieves circundantes (Montilla-Sierra, 1992). De entre los estudios realizados sobre estas formaciones molásicas, hemos utilizado la Tesis Doctoral de F. Serrano, para caracterizar las formaciones geológicas, depositadas en la Cuenca. Los materiales neógenos de la Cuenca rondeña se agrupan en conjuntos litoestratigráficos o formaciones que se distribuyen vertical u horizontalmente, aflorando en la actualidad en distintas zonas de la misma (Serrano, 1979; 1980).

La evolución paleogeográfica (Fig. 7.4.) dejó su impronta en forma de sucesiones de sedimentos que se han agrupado en secuencias “tipo”, de las que nos interesan, en especial, las más recientes: la formación de la Mina y de las Mesas. El asentamiento de Ronda la Vieja se sitúa en la cima de la formación de las Mesas, constituida por calizas de algas, que pueden alcanzar los 30 m. de potencia y que coronan series de margas y limos arenosos que están caracterizados bioestratigráficamente por la presencia del fósil de foraminífero, *Globigerinoides elongatus*, lo que ha permitido suponer que se trata de una subzona, dentro de las biozonas establecidas para el Messiniense superior (Serrano, 1979) (Fig. 7.5.). De forma concordante, esta formación reposa, en la vertical del asentamiento arqueológico, sobre la formación de la Mina, compuesta también por margas y limos de una gran potencia, alcanzando en su conjunto unos 825 m., como mínimo.

Gracias a la conservación y estudio de abundante fauna, sobre todo en los limos, ha permitido establecer cinco subzonas, caracterizadas por la aparición de especies de foraminíferos planctónicos que han suministrado un esquema de datación que, para el tramo superior, se puede estructurar en: subzona de *Turborrotalia acostaensis* del Tortoniense inferior, subzona de *Globorrotalia mediterránea*, para el Messiniense inferior y subzona de *Globorrotalia elongatus*, para el Messiniense superior (Serrano, 1979), base de la formación de las Mesas. En esta zona de la Cuenca, la formación de la Mina se asienta sobre un substrato ante-neógeno.

4.- El cuarto grupo de arcillas tiene un origen bien diferente y una edad mucho más moderna. Se trata de los suelos rojos o pardorrojizos en cuyos perfiles se encuentran horizontes argílicos muy bien definidos, desarrollados sobre materiales calizos detríticos más o menos consolidados, de forma que los horizontes más arcillosos se encuentran en los suelos desarrollados sobre terrazas antiguas y sedimentos calcáreos poco consolidados, y con menor contenido en arcillas, los formados sobre areniscas y calcarenitas. La edad es cuaternaria, incluso holocénica, al situarse sobre calcarenitas del

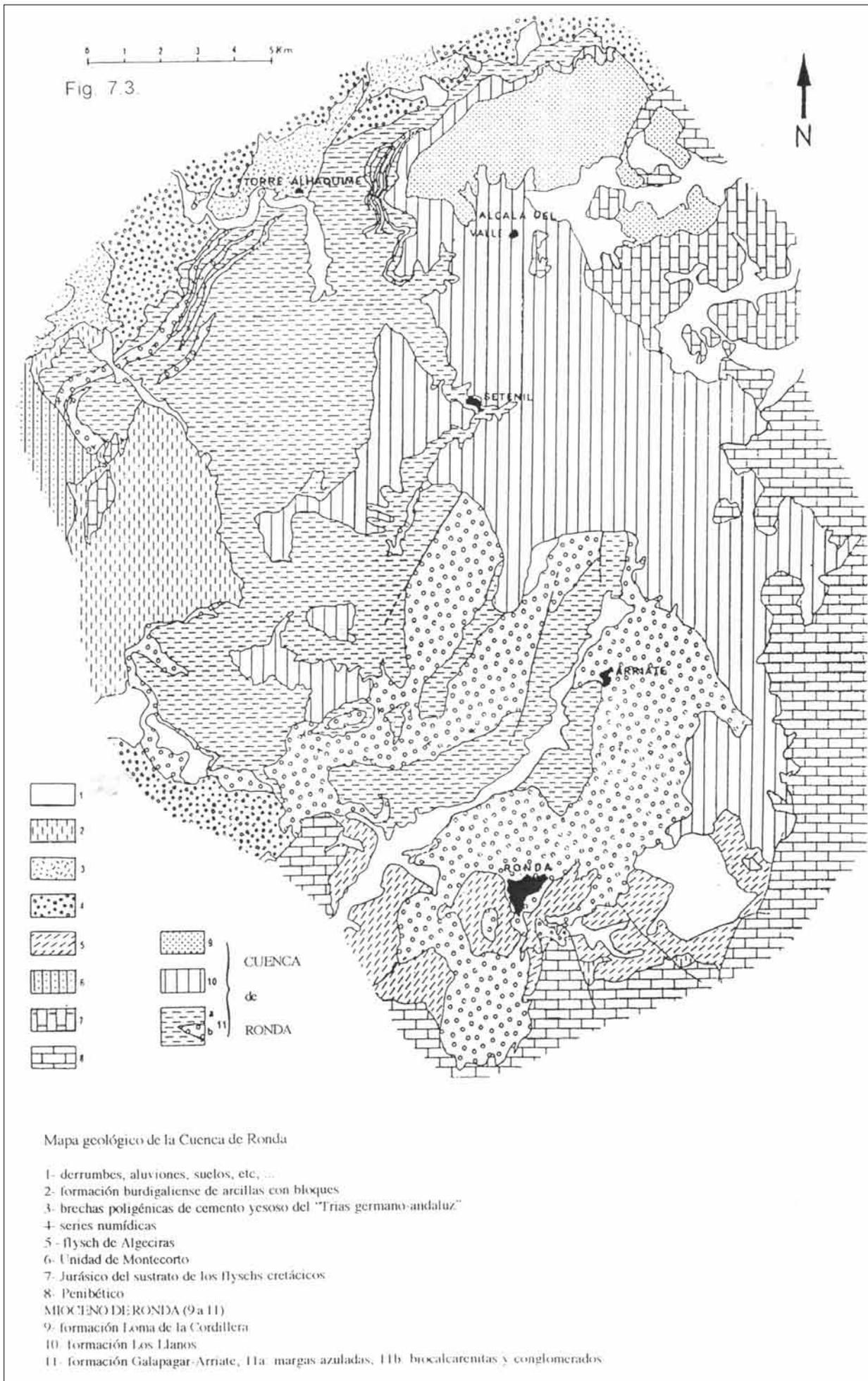


FIG. 7.3. Mapa geológico de la cuenca de Ronda (J. Bourgois)

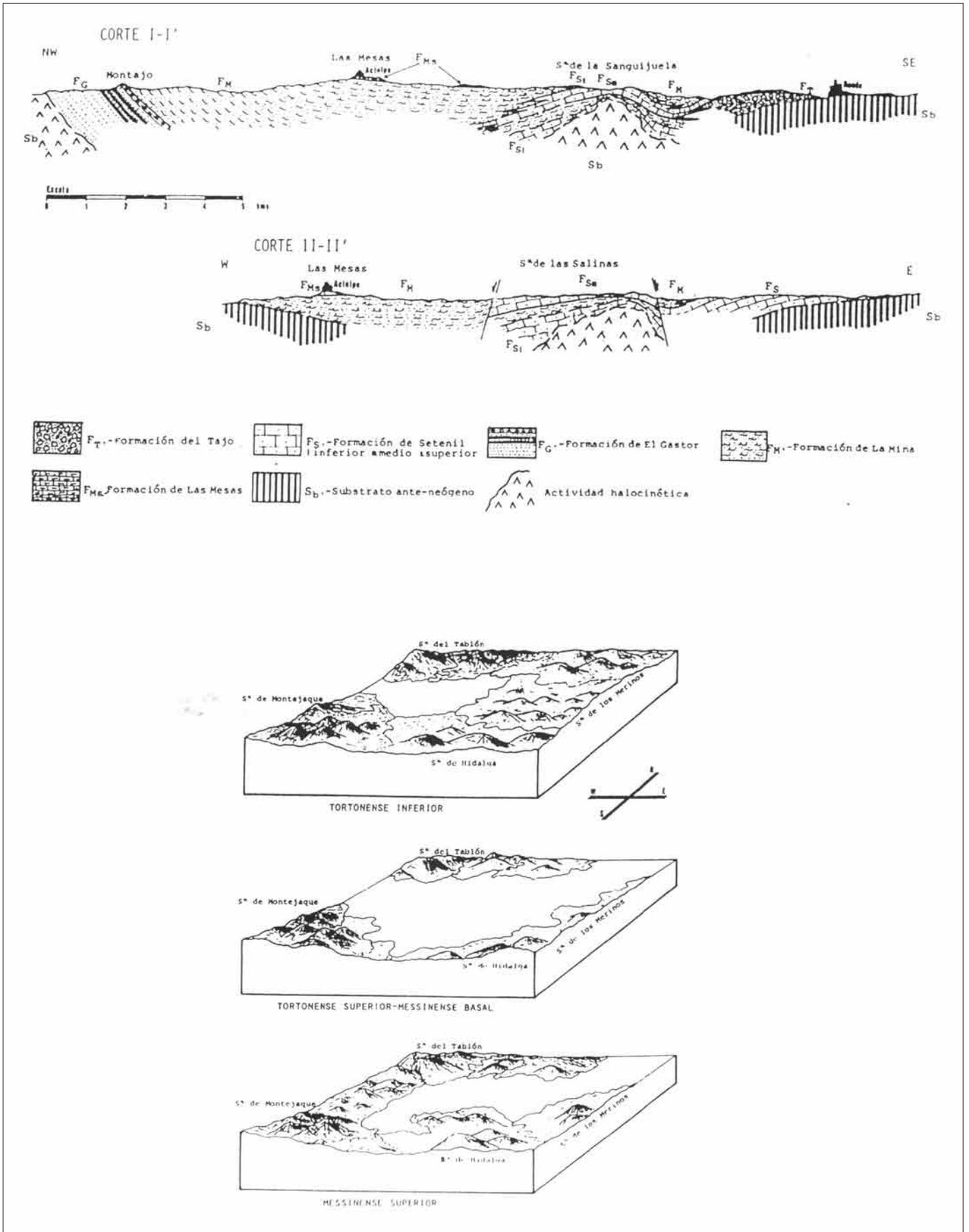


FIG. 7.4. Cortes litológicos y reconstrucción del proceso de evolución paleogeográfica de la cuenca de Ronda (F. Serrano)

Mioceno-Plioceno y conglomerados y margas pleistocénicas.

Para F. Rodríguez (1977), la etapa villafranquiense (cuaternario antiguo) debió corresponder a una fase de biostasia, con predominio de la disolución química, en la que se formarían los suelos rojos.

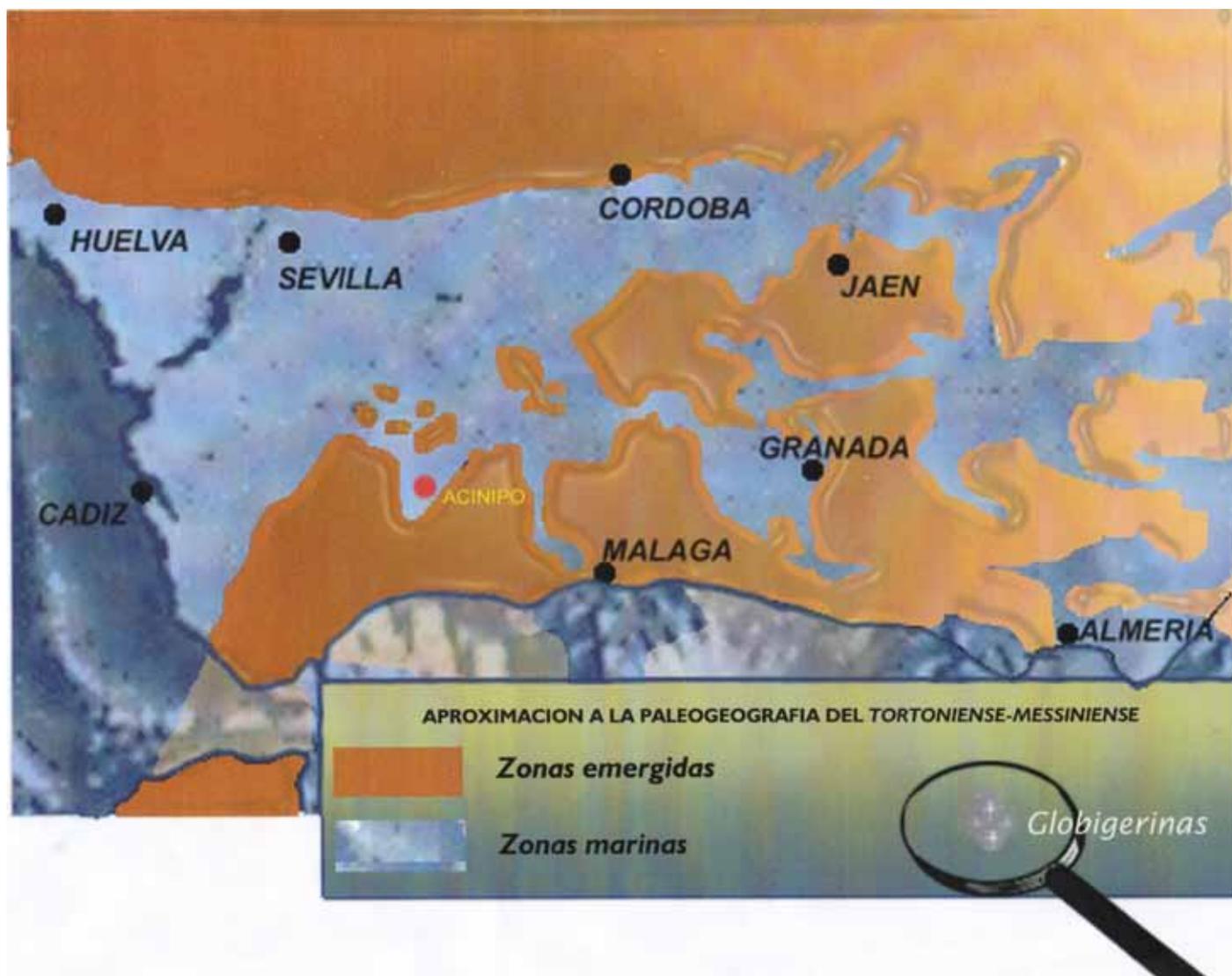


FIG. 7.5. Reconstrucción paleogeográfica (Elaboración de J. L. González Rebollar sobre F. Serrano)

Tanto los depósitos de arcilla del Triásico superior-Jurásico inferior (Fig. 7.2a.), como los que corresponden al Mioceno superior (Fig. 7.2b.), se han venido utilizando en la Depresión de Ronda, como lugares tradicionales en la explotación de arcilla con fines industriales. Ambos conservan el topónimo, el primero de Los Tejares y el segundo de El Tejar (Fig. 7.8.) (Fig. 7.2b.), continuando el primero de ellos en explotación aún hoy en día, con la fabricación de ladrillería para la construcción. Estas dos zonas tradicionales de explotación se completarían con una explotación reciente de este siglo de carácter industrial para el abastecimiento de material de construcción (tejas, ladrillos, losetas), que se abastecía de canteras a cielo abierto de arcillas, margas y areniscas de forma masiva que eran trituradas mecánicamente en la propia fábrica, situada a las afueras de Ronda. Esta explotación de arcilla para la fabricación de material de construcción utilizaba arcillas del Triásico superior-Jurásico inferior, y se encuentra situada en los cortijos de Altocielo, Chimenea y Almadén, donde todavía es posible ver las balsas de decantación, los cargaderos de material arcilloso y los frentes de canteras, situados sobre afloramientos más extensos y dislocados por el plegamiento que los afloramientos puntuales que constituyen los Tejares de Ronda.

De las formaciones de arcilla señaladas, nuestro trabajo se ha centrado de manera más profunda en el depósito de

arcillas del Mioceno superior (Tortonense-Messiniense), con la caracterización, a través de la presencia y taxonomía de foraminíferos planctónicos y nannoplancton que la caracterizan, así como en la presumible correlación como área fuente utilizada por las comunidades que ocupaban el asentamiento de Ronda La Vieja, situado encima de esta cantera (Fig. 7.6. Escala 1:4000).



FIG. 7.2. a. Vista de un talud de arcilla versicolor (izda.). b. Arcillas del Tejar. RA010 (drcha.)

Todas las formaciones arcillosas, más o menos contemporáneas, del Mioceno superior, tienen fósiles muy similares, por lo que es muy difícil establecer una caracterización entre las distintas formaciones de arcilla miocenas, mediante los fósiles presentes en ellas (Fig. 7.9.). Pero cuando eso se ha hecho, como ha ocurrido en la Depresión de Ronda, ha sido por medio de la presencia de determinadas especies y subespecies que estaban presentes en los sedimentos.

Como la presencia de fósiles en las matrices cerámicas sólo es observable a través de cortes o superficies y no se pueden extraer para su clasificación y, además, la representación porcentual es alta, es muy difícil la identificación de esas especies o subespecies de diagnóstico. Se plantea, por tanto, esa dificultad a la hora de determinar los microfósiles presentes en la matriz cerámica, que habría que intentar suplir de otra manera.

Por la presencia o ausencia de fósiles, sí se puede determinar que estamos con arcillas miocenas (Tortonense-Messiniense). Esto es una cuestión común en las arcillas de Andalucía, especialmente en las arcillas que son fruto de depósitos de sedimentos de los mares Tortonenses (Depresión del Guadalquivir, Antequera, Granada, Almanzora, Depresión de Vera, incluso la línea costera actual puede tener depósitos con estas formaciones). Pero también tenemos el problema de los ríos que aportan sedimentos de estas zonas a otras más lejanas en las que pueden aparecer estos microfósiles en depósitos secundarios.

Por tanto, cabría esperar que la mayor parte de la alfarería realizada con arcillas de estos contextos, contuviera fósiles semejantes. Sin embargo, hay factores que pueden modificar esa presunción, ya que los foraminíferos, que se encuentran en mares calizos, son todos carbonatados, y se comportan de manera diferente dependiendo de los factores paleogeográficos.

Los depósitos de arcilla que se encuentran en posición primaria conservan en el caso de los mares Tortonenses-Messinienses andaluces, un porcentaje abundante de microfósiles muy bien conservados, al tratarse de mares carbonatados y poco profundos. Esa abundancia y buena tafonomía, va modificándose con factores postdeposicionales. La presencia de agua en los sedimentos, determina procesos de disolución de los carbonatos que constituyen las conchas y su fracturación o desaparición, lo que se acentúa en el proceso de transporte que se produce en materiales superficiales,

tales como los horizontes A o húmicos de las formaciones arcillosas. La presencia o estado de conservación de los foraminíferos, que se encuentran en la roca madre (arenisca), es distinta ya que estos aparecen en menor cantidad y más fragmentados.

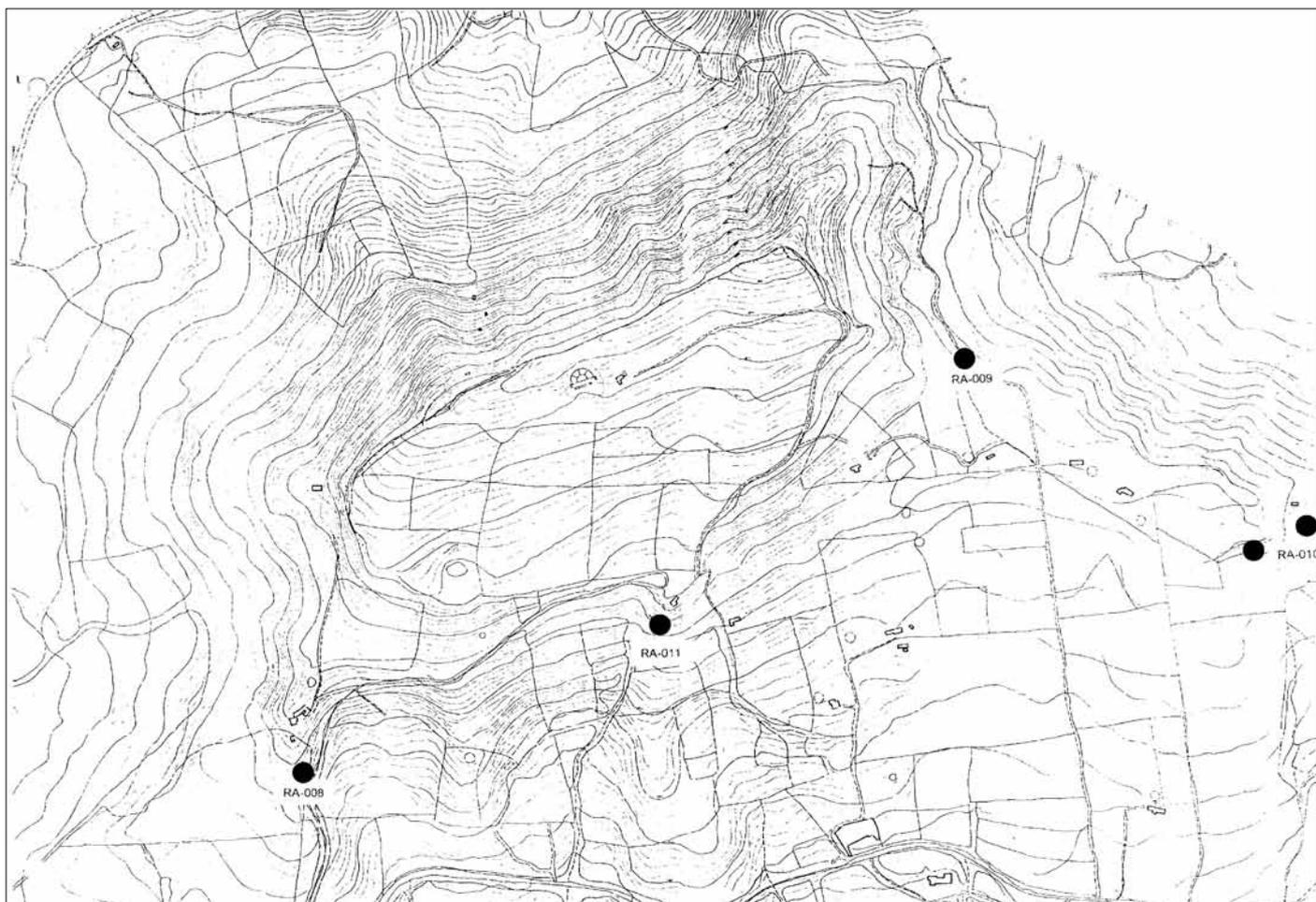


FIG. 7.6. Puntos de muestreo de las arcillas miocenas entorno a la Mesa de Ronda la Vieja

La abundante presencia y buena conservación de los microfósiles sólo es posible cuando estos se encuentran en las canteras en posición primaria.

Cuando los depósitos de arcilla son secundarios, fruto del transporte de aguas superficiales o fluviales, este fenómeno se acentúa y los fósiles se van rompiendo y destruyendo. Con la fragmentación de los foraminíferos, la identificación de la microfauna es muy difícil o imposible. El estudio de los depósitos de arcilla secundarios o alterados presenta un problema a la hora de señalar la presencia de estos microfósiles.

Los depósitos que se forman a expensas de calcarenitas y areniscas contienen también un buen número de fósiles, que, si no han sufrido procesos de transporte, aunque sí de disolución, contendrán abundantes fósiles, aunque en peor estado de conservación.

Las arcillas más antiguas (Triásicas), que rodean las formaciones marinas recientes, o que aparecen infrapuestas a éstas, no deben contener microfauna planctónica, ya que el medio de depósito, aunque fue marino, era menos calizo y más profundo, lo que hace que los foraminíferos planctónicos sufran un proceso de disolución durante el proceso de sedimentación.

En las aguas que se encuentran en un medio calizo se produce una saturación de carbonato cálcico que refuerza

la estructura del esqueleto de los microfósiles que se encuentran en ella, lo que hace que se conserven en buenas condiciones.



FIG. 7.8. Vista del socavón de la explotación de arcilla de El Tejar (RA-010)

Un factor de alteración de estos microfósiles cuando están presentes en las arcillas, sería la temperatura de cocción de las cerámicas, ya que, aunque algunos de ellos son de esqueleto silíceo, como las espículas, y no les afectaría la temperatura de cocción, la mayoría de los foraminíferos tienen su concha de carbonato cálcico, con lo que la temperatura estimada de desaparición sería a partir de los 700°C (temperatura de descomposición de la calcita). A este respecto, Barrios et alii (1991) hablan de que la presencia de fósiles podría indicar temperaturas de cocción no muy elevadas, de 500 a 700°C.

Sin embargo, autores como Echallier (1992) señalan que la temperatura de cocción no modifica la estructura de los foraminíferos, hasta los 1100°C. En su trabajo señala la abundancia de fragmentos de conchas entre 800 y 1000°C. Otras observaciones hechas a nivel microscópico merecen ser notadas:

- Hacia 700°C, los fragmentos de conchas son gris pálido. Entre 700 y 800°C hay una mezcla de fragmentos blancos y grises. A 800°C todas las conchas se vuelven blancas.

- A pesar de todo, la estructura de las conchas no se modifica hasta hacia 1000°C; ellas se presentan bajo la estructura de laminillas angulosas y finamente estriadas que se desprenden fácilmente del resto de la pasta. A los 1000°C, los fragmentos de las conchas se incorporan más estrechamente con la pasta cercana, y es difícil distinguirlos de los granos de los carbonatos.

- Los fragmentos añadidos en ciertas muestras, son solamente visibles en probetas muy coloreadas bajo forma de pequeños círculos blancos de menos de 1 mm de diámetro. Ellos son visibles hasta la temperatura de 1100°C y no han sido “digeridos” por la fase arcillosa durante la cocción y tienen tendencia a desaparecer por arrancamiento en la confección de láminas delgadas.

La presencia de foraminíferos calcáreos en cerámicas cocidas a más de 850°C, en algunos casos podría ser debida a una alta presión de carbónico durante la cocción, condicionada por una pasta poco permeable y una cocción rápida, que impida o frene la descomposición de los carbonatos. Sin embargo, la alta frecuencia de aparición de este fenómeno hace pensar que, más bien, se trate de un reemplazamiento metasomático de la calcita por otros compuestos (o de reconstitución de la misma calcita a partir del óxido cálcico residual). Este es un tema no resuelto, pero interesante, ya que muchos autores han interpretado que la presencia de foraminíferos en una cerámica indica una baja temperatura de cocción (Picon, 1985a).



FIG. 7.9. Vista de un talud con arcillas miocenas

## 7.1. Estudios analíticos de caracterización de esas arcillas

### 7.1.1. Análisis mineralógico

#### 7.1.1.1. Estudio óptico

La primera aproximación al estudio de las arcillas se ha realizado mediante la observación de la muestra con lupa binocular. El análisis óptico de los diferentes tipos de arcilla muestreados presenta claras diferencias entre ellos.

#### ARCILLA TRIASICA -JURASICA:

- RA-001 (Navares y Tejares): arcilla gris amarillenta, con forma laminar, muy arcillosa, con poca cantidad de desgrasantes, y los que se observan son de pequeño tamaño formados en su mayor parte por cuarzos redondeados y alguna mica.

#### ARCILLAS VERSICOLORS:

- RA-002 (Montecorto) Coloración muy variada, entre los que predominan los colores rojizos, verdes y grises. Desgrasantes de pequeño tamaño formados sobre todo por cuarzos redondeados, calcitas y algún foraminífero.

#### ARCILLAS CUATERNARIAS (descomposición areniscas):

- RA-003 (trinchera ferrocarril, junto al hospital): 5 YR 3/6. Arcilla roja, textura arcillo-arenosa, desgrasante de tamaño medio y grande, formado fundamentalmente por cuarzo.

- RA-004 (trinchera finca Las Navetas): arcilla roja, textura arcillo-arenosa, gran cantidad de desgrasante de tamaño pequeño y medio, formado fundamentalmente por cuarzo.

#### ARCILLAS POR SEDIMENTACION MARINA (finales del Terciario):

- RA-005 (Silla del Moro): 2,5 Y 7/3. Textura arcillosa, en su composición no aparecen apenas desgrasantes a simple vista, los que aparecen son cuarzos de pequeño tamaño, muy redondeados, agujas de yeso y gran cantidad de foraminíferos y de espículas de esponja.

- RA-008 (Acinipo, a 125 m. del cruce): 2,5 YR 8/2. Textura arcillosa, en la que se observan manchas de calcita que lleva incorporada. Apenas se observan desgrasantes en su composición, salvo algún cuarzo de pequeño tamaño, agujas de yeso y algún foraminífero.

- RA-009 (Acinipo, carril junto a la Mesa, zona norte): 5 Y 8/2. Textura arcillosa, los desgrasantes son de pequeño tamaño, formados en su mayor parte por cuarzos redondeados de pequeño tamaño, alguna mica, agujas de yeso y foraminíferos.

- RA-010 (Acinipo, cantera zona norte): 5 Y 7/1. Textura arcillosa, los desgrasantes son de pequeño tamaño, muy

redondeados formados por cuarzos, mica, agujas de yeso, espículas de esponja, radiolas de erizo y gran cantidad de foraminíferos (Fig. 7.1.1.1.1. y Fig. 7.1.1.1.2.)

-RA-011(Acinipo, zona sur): La descripción corresponde con las descritas anteriormente, pero en ella se observa más cantidad de calcita en su composición.



FIG. 7.1.1.1.1. Foraminíferos y radiolas presentes en las arcillas

Como hemos señalado, las arcillas muestreadas en las inmediaciones del asentamiento de Ronda la Vieja son de origen marino y la característica que las distingue de las demás es la presencia masiva de microfósiles marinos, especialmente foraminíferos, visibles con la lupa binocular a partir de 0,8, 2 y 6,3 aumentos.

En la identificación de los microfósiles presentes en estas arcillas hemos utilizado el **microscopio**.

Para el estudio se han escogido tres muestras de arcilla, de diferentes puntos de las cercanías al asentamiento (RA-008, RA-009 y RA-010).

Para la preparación de la muestra se ha procedido, según los métodos habituales en micropaleontología a la preparación de las muestras, realizando *frotis* de la arcilla, sobre la que se efectúa el estudio, distinguiendo, además, de la presencia de foraminíferos y radiolas de erizo, visibles en la lupa binocular, diatomeas (Fig.7.1.1.1.3.) y nannoplancton calcáreo.

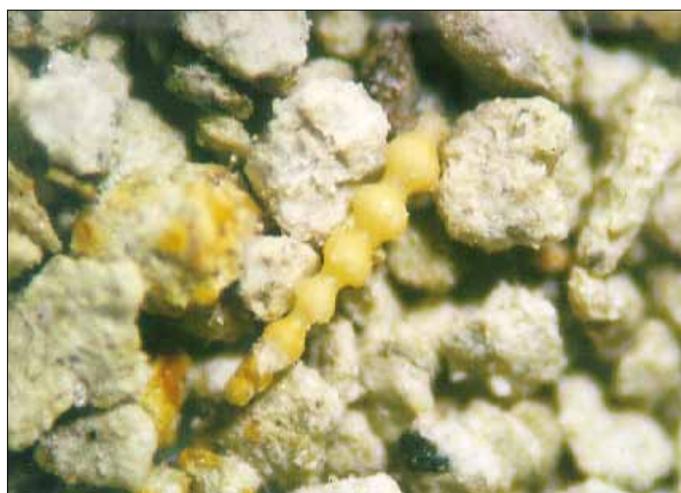


FIG. 7.1.1.1.2. Foraminíferos presentes en las arcillas

Hay que señalar en las muestras de arcilla, la presencia de microfósiles como, *Globigerinoides elongatus*, *Globorotalia mediterránea*, *Globorotalia dali* y *Globorotalia suterae*, especies características del Tortoniense-Messiniense, lo que fecha a las arcillas en esa etapa del Mioceno superior.

Muestra	Foram.	Radiolas	Diatomeas	Nannoplancton
RA-008	+	+	+	+(Messiniense inferior)
RA-009	+	+	+	+(Messiniense inferior)
RA-010	+	+	+	+(Messiniense inferior)

#### 7.1.1.2. Difracción de Rayos X

Muestra	Q	Cal.	F.K.	Plag.	Fil.	Dol.	Hem.
RA-001	13	7	9	2	55	14	0
RA-003	48	1	t	5	46	0	0
RA-004	64	t	2	t	34	0	0
RA-005	11	13	2	2	61	3	t
RA-008	10	18	2	2	68	t	0
RA-009	13	14	5	2	62	4	t
RA-010	8	18	5	2	61	6	0
RA-011	12	18	4	2	61	3	0

Q: cuarzo, cal: calcita, FK: feldespatos potásicos, Plag: plagioclasas, Fil: filosilicatos, Dol: dolomita, Hem: hematitas. Los resultados están expresados en tanto por ciento.

La muestra de arcilla RA-001 en su composición mineralógica, lo que la distingue del resto de las muestras es que tiene un porcentaje de dolomita (14%) más alto que las demás, así como, un porcentaje también más alto de feldespatos potásicos (9%).

Las muestras que corresponden a las dos arcillas rojas, RA-003 y RA-004 se caracterizan por tener un porcentaje más alto de cuarzo, la primera 48% y la segunda 64%; en cuanto a la calcita, la RA-003 sólo tiene un 1%, mientras que en la RA-004 se registra a nivel de trazas, sin documentarse en ninguno de los dos casos dolomita. En lo que se refiere a los filosilicatos, el porcentaje es inferior al de las otras arcillas, 46 y 34%.

Las arcillas RA-005, RA-008, RA-009, RA-010 y RA-011, se caracterizan por tener un porcentaje mayor de calcita que las anteriores, del 13 al 18%, así como también de filosilicatos, del 61 al 68%.

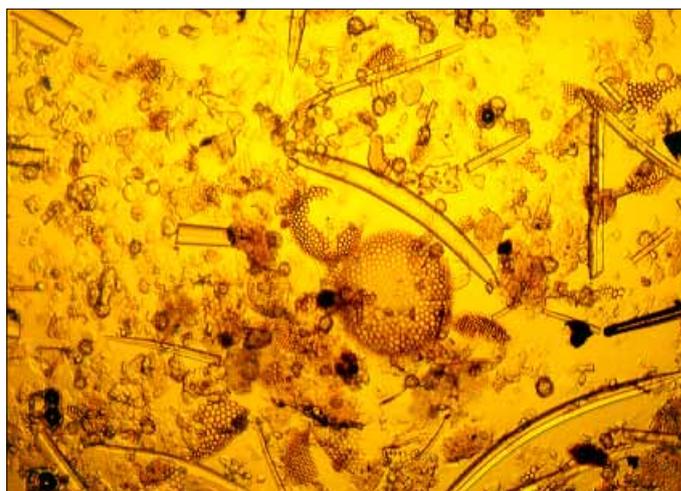


FIG. 7.1.1.1.3. Diatomeas

## Capítulo 8. CARACTERIZACIÓN DE LAS CERÁMICAS EN SU CONTEXTO ARQUEOLÓGICO

### 8.1. La muestra cerámica. Su contexto arqueológico

El repertorio cerámico documentado en el yacimiento arqueológico de Ronda la Vieja contiene una representación de vasijas, correspondientes a las distintas épocas de ocupación constatadas en el asentamiento, desde época neolítica a época romana.

Esta amplitud cronológica determina la existencia de un gran número de fragmentos cerámicos, con lo que el número de formas típicas de cada periodo es muy variado. Por tanto, quién ha guiado la selección del material utilizado, han sido los objetivos propuestos para este estudio, y no un estudio exhaustivo de aspectos morfotécnicos de toda la producción alfarera constatada a lo largo de la vida del asentamiento. Objetivo final que sólo será alcanzable, cuando los primeros niveles de investigación en los que se encuadra este trabajo permitan abordar una tarea de esa magnitud.

La muestra cerámica escogida para el estudio pretendía estudiar un número limitado, aunque representativo, de vasijas en las que hubiera una representación de la secuencia, lo que permitiría un acercamiento a un sistema de aprovisionamiento de materias primas y a una tecnología de producción alfarera – con una visión diacrónica a lo largo del tiempo – en relación con una selección intuitiva de morfotipos cerámicos que creemos podrían dar una caracterización representativa arqueográfica de la secuencia cerámica.

En función de esta visión general, nos planteamos objetivos concretos, en relación también con estos dos problemas concretos. Para ello seleccionamos la producción doméstica de una cabaña (producción no especializada) para ver si la variabilidad de formas presentes en un contexto doméstico representan selecciones de materias primas diferentes y procesos de manufactura diversos, así como la eventual relación entre estos y sus funciones en una primera aproximación.

Para la selección de la secuencia han sido recogidas aquellas vasijas que tradicionalmente se consideran “fósiles guía”, característicos de cada momento arqueográfico y que supuestamente tienen un papel de delimitadores de grupos arqueológicos. Así por ejemplo, en los niveles correspondientes a la base de la secuencia del asentamiento se eligieron vasijas con decoración campaniforme y fuentes.

Para las primeras unidades domésticas definidas, consideramos representativo, el conjunto cerámico, escogido, de la cabaña de la Edad del Bronce. En este caso, la muestra cerámica tenía una contextualización en un espacio y no en una secuencia.

El estudio lo iniciamos con el análisis de un conjunto de vasijas que forman parte de un contexto doméstico, y que aparecieron sepultadas bajo el derrumbe de las paredes de una cabaña, fechada en el IIº Milenio a.C. (1650+80) (siglos XVIII-XVI). La fechación se realizó, por medio del análisis del C-14, del carbón de las maderas que sostenían la techumbre. Esta estructura corresponde a una cabaña, al parecer de planta oval. Esta muestra cerámica formaba parte de un conjunto de vasijas que aparecieron sepultadas bajo el derrumbe de las paredes de una cabaña (Fig. 8.1.1.). La

ventaja de este contexto es que debido a que la cabaña sufrió un incendio, el material que se documenta representa un ajuar doméstico, característico de este momento, ya que no fue seleccionado a la hora de abandonarlo (Fig. 8.1.2.). En el



FIG. 8.1.1a. Vista de parte de la cabaña del II milenio antes del levantamiento del derrumbe

conjunto de este ajuar doméstico están representadas las formas cerámicas características de este periodo, tales como fuentes, cuencos, ollas, orzas, vasos, etc., que corresponden a vasijas para cocina, contenedores para almacenar, tanto líquidos, como sólidos, bien para el consumo individual o colectivo; así como, otros materiales que dan muestra de actividades cotidianas que se realizarían dentro de la cabaña, como es la documentación de un gran número de pesas de telar, que aparecen quemadas por el incendio que tuvo lugar en su interior, y que provocó el derrumbe de la estructura, lo que permitió que los materiales aparecieran dentro en su contexto de uso sincrónico.

Entre los fragmentos cerámicos escogidos están representados los grandes tipos, sin atender a los matices tipológicos, tampoco hay una representación porcentual de los mismos.

De los niveles que cubren estas primeras construcciones, hasta la aparición de las primeras producciones a torno y el nuevo conjunto de cabañas, correspondiente al Bronce Final Reciente, se han elegido un grupo de cerámicas que representan las formas más características, arqueográficamente hablando, de esta época, en esta zona, cerámicas con decoración de boquique, excisas, etc, además, de vasos que por su singularidad eran raros en el conjunto, como es el caso de una escudilla.

Para el Bronce Final Reciente con torno, se ha hecho una representación de torno y mano; para la cerámica a mano se han escogido aquellas formas más comunes que, herederas del Bronce Final, continúan apareciendo en la secuencia, tales como, los soportes de carrete, ollas, algunos tipos de decoración, como el esgrafiado. Dentro del torno, las formas más características de esta época, como son las urnas Cruz del Negro, los platos de barniz rojo, grises, ánforas, etc., que resultan extrañas a las formas habituales – aunque fueran a mano – de los niveles precedentes, y, que pudieran representar los primeros aportes de vasijas cerámicas de producción externa. A estos niveles, también, corresponden los únicos elementos relacionados con la producción alfarera que se han documentado en la secuencia, entre los que destacan prismas y algunas pruebas de arcilla, que evidencian actividad alfarera en el asentamiento, aunque no se hayan documentado las zonas de producción y cocción. Los prismas macizos de sección triangular se han documentado, también, fuera de su contexto (hornos), en otros asentamientos como el Cerro de Montilla en la desembocadura del Guadiaro, Peña Rubia en el Guadalteba, Tejada la Vieja en Escacena del Campo, mientras que en asentamientos como el Cerro del Villar y el Cerro de los Infantes en Pinos Puente han aparecido dentro de hornos documentados en esta época.



FIG. 8.1.1b. Detalle del material doméstico sepultado

De época orientalizante – que son los últimos niveles previos a la ocupación ibérica – dónde la generalización del uso del torno está más extendido, junto con la tecnología característica que lo acompaña (hornos bicamerales de altas temperaturas), se han escogido un grupo de vasijas que representan las formas más comunes dentro de la producción estandarizada a torno, como son platos de barniz rojo, pithoi de asas bífidas, urnas, ánforas, junto a nuevas pervivencias a mano, cada vez más escasas, de formas del Bronce Final Reciente, y algunas singularidades a torno, como son los vasos con decoración pintada zoomorfa y los quemaperfumes.

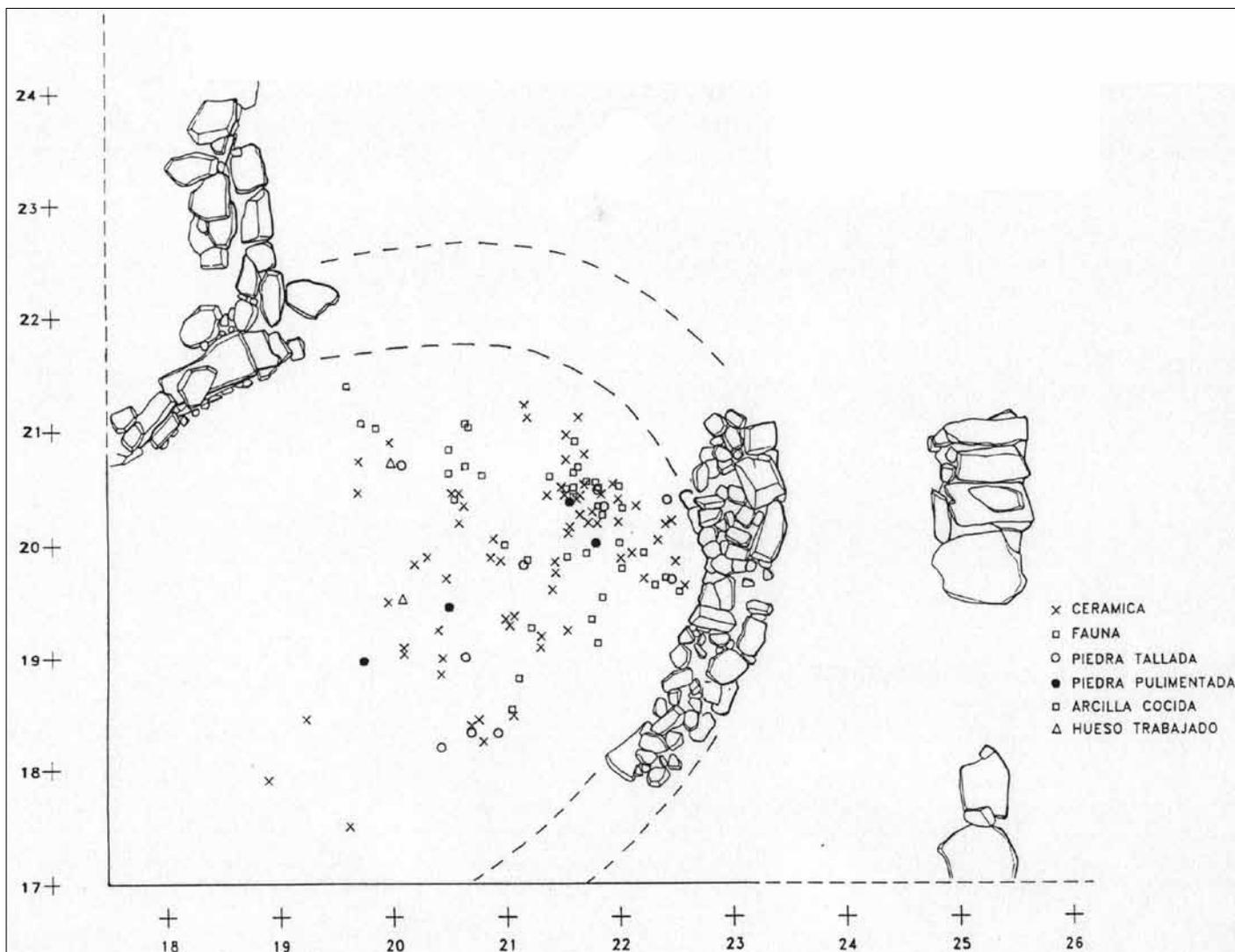


FIG. 8.1.2. Planta esquemática de la cabaña del II milenio y distribución de los restos materiales. Corte 4

De este conjunto de material, a torno y mano, del Bronce Final Reciente-Orientalizante, nos ha parecido interesante estudiar de manera monográfica, el conjunto de las ánforas con formas fenicias, ya que estas formas no cuentan en modo alguno con precedentes más o menos idénticos, ni equivalentes, y que, además, representan un tipo de vasijas en dónde su valor de envase es primordial dadas las implicaciones que para el tema intercambio representa este tipo de vasijas y el hecho de su fabricación foránea o *in situ*.

La presencia de un conjunto de ánforas, de tipo “R1 “ de Vuillemot, “A” de Benoit, I de Maass de Lindemann (Wagner, 1990), ó 10.1.1.1. y 10.1.2.1. de Ramón (Ramón, 1995) en los niveles arqueológicos y estructuras constructivas del asentamiento de Ronda la Vieja, significa un dato arqueológico de especial interés desde la perspectiva de los contactos comerciales que representan la presencia de este tipo de envases, ausentes hasta la constatación de los contactos con los asentamientos costeros. Por ello, las ánforas han sido uno de los pilares fundamentales del movimiento comercial en sentido colonias o asentamientos costeros hacia el interior con productos envasados, en especial, aceite y vino. Esta

asunción se ha basado, en exclusiva, en los análisis formales-tipológicos, que, casi siempre, han considerado que la forma de los envases certificaban la adscripción fenicia de los mismos y, por tanto, la autoría de la comercialización de los productos que transportaban.

La muestra elegida de ánforas abarca prácticamente la totalidad de los fragmentos que, por pertenecer a la boca y hombro de este tipo de vasija, no ofrecían duda de su asignación tipológica, incluyéndose en este conjunto, los encontrados en los niveles y ámbitos funcionales. Toda la secuencia puede fecharse a lo largo de los siglos VIII y VII a C., por sus paralelos formales e incluso por varias fechas de C-14: 2770±90 BP (820±90 a C.); 2650±90 BP (700±90 a C.) y 2640±180 BP (690±180 a C.), pudiendo alcanzarse, incluso, hasta los primeros años del siglo VI (Carrilero, 1992).

## 8.2. Estudios analíticos de caracterización de las cerámicas

### 8.2.1. Análisis mineralógico

#### 8.2.1.1 Estudio óptico

Una primera aproximación al estudio de las pastas cerámicas se ha realizado con la observación de las muestras cerámicas mediante lupa binocular:

Para la representación de la secuencia arqueográfica del asentamiento, se han escogido un número limitado pero representativo de fragmentos, para observar la evolución de la tecnología alfarera a lo largo de la secuencia de ocupación del asentamiento. Para los momentos más antiguos de ocupación del yacimiento arqueológico Ronda la Vieja se han escogido las formas más características de la Edad del Cobre, como son las fuentes y los vasos campaniformes (Fig. 8.2.1.1.1).

-6226 (decoración campaniforme): Baño de almagra, tanto en el interior, como en el exterior del vaso. Desgrasante formado fundamentalmente por cuarzos redondeados, y alguna calcita. También presenta carbonatos de neoformación.

-6711 (fuente): Cocción reductora. Poca cantidad de desgrasantes y de pequeño tamaño, formados fundamentalmente por cuarzos y alguna calcita. La matriz se parece a la 6743 y a la 6788.

-6721 (cuenco semiesférico): Baño de almagra, tanto en el exterior, como en el interior. Poca cantidad de desgrasantes y de pequeño tamaño, formados por cuarzo, calcita y alguna mica. La matriz se parece a la de las muestras 6735, 6770 y 6771.

-6743 (cuenco carenado con mamelón en la carena): Cocción reductora. Poca cantidad de desgrasantes y los que aparecen son cuarzos de tamaño pequeño. La matriz se parece a la muestra 6711.

-6765 (mamelón perforado): Cocción reductora. Los desgrasantes son escasos y de tamaño pequeño y medio. Los cuarzos son de pequeño tamaño y presentan formas redondeadas, también, aparecen carbonatos de neoformación en la matriz.

- 6768 (fuente): Cocción oxidante. La matriz es distinta a las otras, además, de cuarzos, se observa gran cantidad de pelitas como desgrasante.
- 6770 (fuente): Cocción oxidante. Desgrasantes de pequeño tamaño, formados por cuarzos redondeados y algún carbonato de neoformación. Superficie bruñida. La matriz se parece a la muestra 6375 y a la 6771.
- 6771 (fuente): Cocción oxidante. Desgrasantes de pequeño tamaño, formados, sobre todo, por cuarzos redondeados, también aparecen algunas calcitas con formas algo más angulosas. Superficie interior y exterior bruñida. La matriz se parece a la muestra 6375 y a la 6770.
- 6785 (fuente): Cocción oxidante. Matriz porosa. Poca cantidad de desgrasantes y de pequeño tamaño, formados por cuarzos de pequeño tamaño, con formas redondeadas, que al parecer llevaba incorporada la arcilla, también aparecen calcitas y mica. Superficie bruñida.
- 6787 (fuente): Cocción oxidante. Poca cantidad de desgrasantes, los que aparecen son de pequeño tamaño y están formados por cuarzo, calcita, también aparecen improntas de materia orgánica grafitizada. Superficie bruñida.
- 6788 (fuente): Cocción reductora. Poca cantidad de desgrasantes formados, fundamentalmente, por cuarzo, también, se observa algún carbonato en la matriz.
- 6790 (fuente): Cocción reductora. Desgrasantes de pequeño tamaño, formados, fundamentalmente, por cuarzo, también, se observa alguna calcita.
- 6792 (fuente): Cocción reductora. Desgrasantes de tamaño pequeño y medio, formados por cuarzos redondeados y cuarcitas con formas más angulosas, también aparecen alguna calcita y carbonatos de neoformación. Superficie interior y exterior bruñida. La matriz se parece a las muestras 6711, 6743 y 6788.
- 6795 (fuente): Cocción oxidante. Gran cantidad de desgrasantes, la mayoría podrían ser añadido, entre los que se encuentran, sobre todo, cuarzo y plagioclasas. Matriz distinta se parece a la muestra 6768.
- 6829 (decoración campaniforme): Baño de almagra, tanto en el interior, como en el exterior. Como desgrasantes se observan cuarzos redondeados, calcitas, mica.
- 6831 (decoración campaniforme): Cocción reductora. Poca cantidad de desgrasantes y los que aparecen son de pequeño tamaño, formados por cuarzos redondeados, calcita y mica, que al parecer llevaba incorporada la arcilla.
- 60092 (decoración campaniforme): Cocción reductora. Poca cantidad de desgrasantes en la matriz, formados, fundamentalmente, por cuarzos redondeados y presencia de algún foraminífero.

Siguiendo el estudio óptico de la secuencia estratigráfica, hemos escogido muestras cerámicas de los niveles estratigráficos que van por encima del conjunto de la cabaña del Bronce Pleno, correspondientes al Bronce Final Reciente sin torno (Fig. 8.2.1.1.2.) (Fig. 8.2.1.1.3.) y (Fig.8.2.1.1.4.).

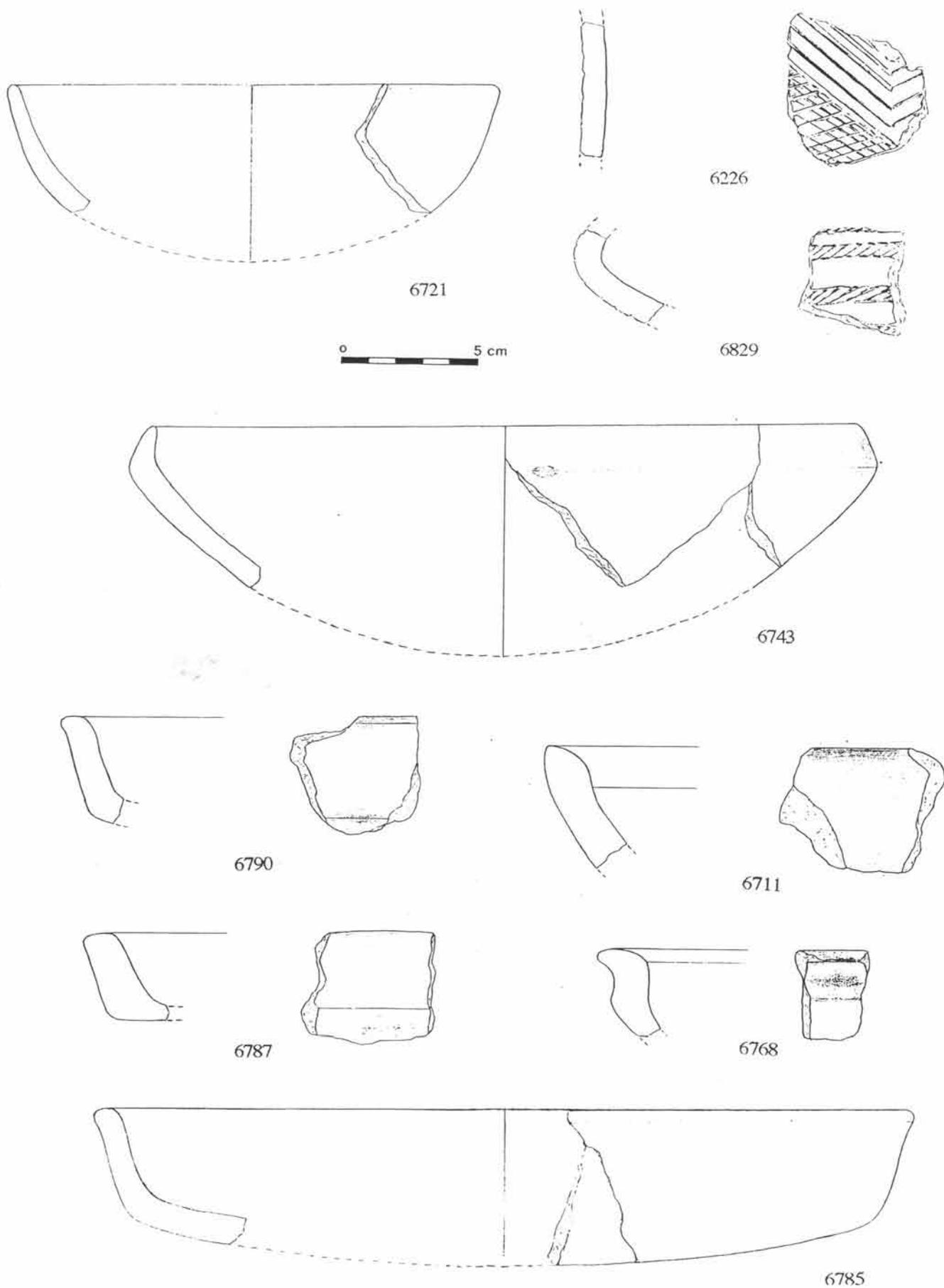


FIG. 8.2.1.1.1. Dibujo de algunos de los fragmentos cerámicos del Cobre

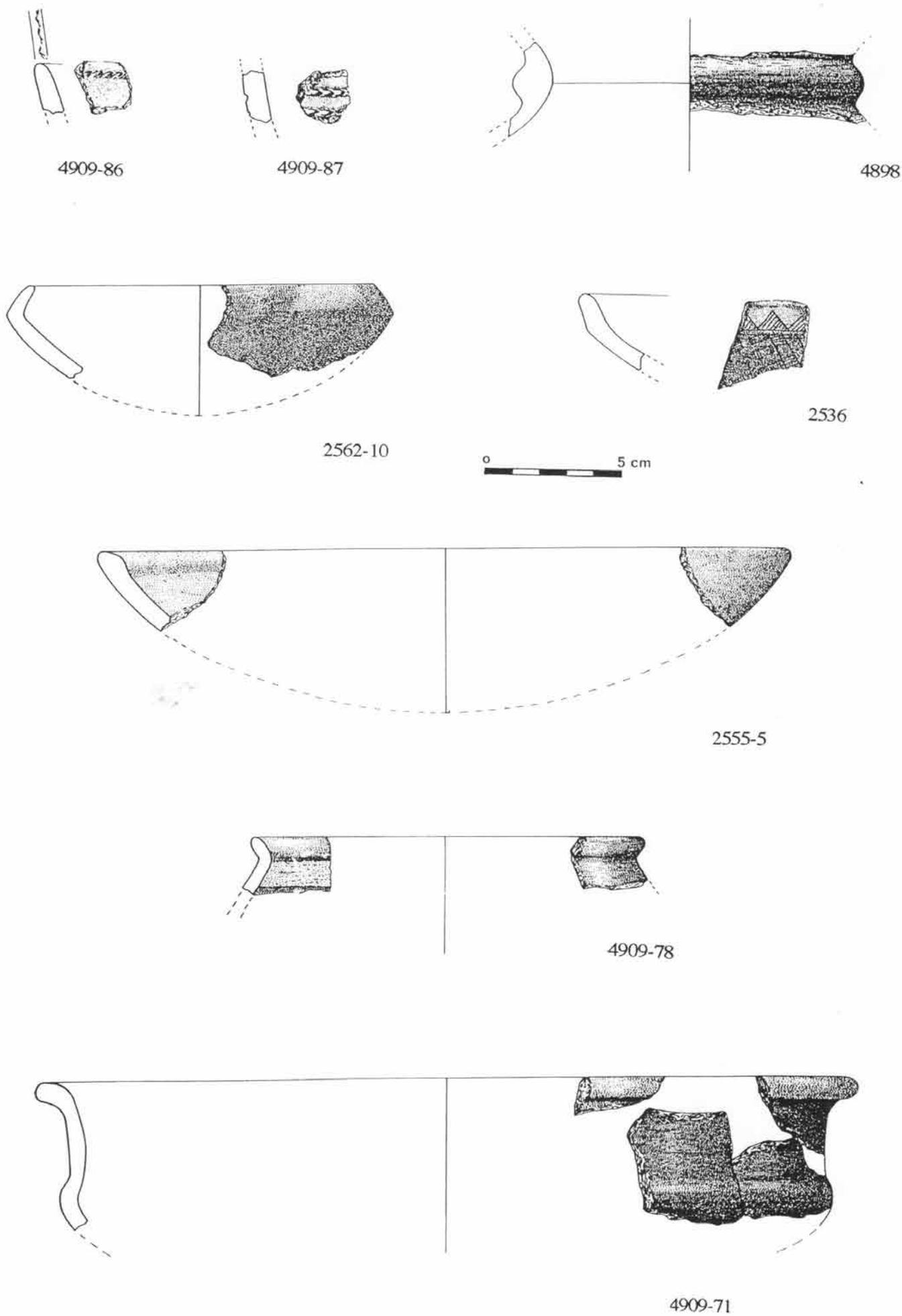
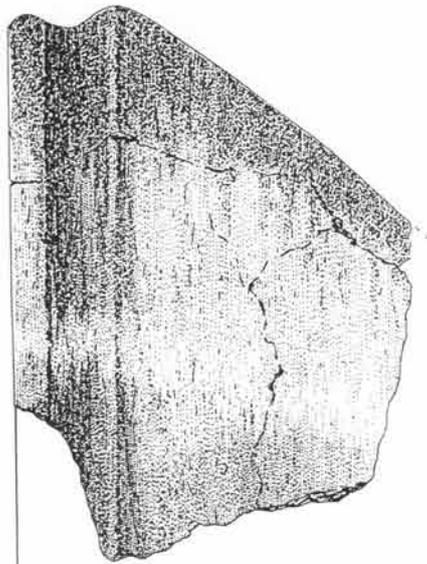
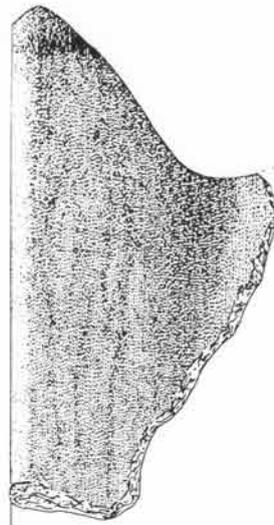


FIG. 8.2.1.1.2. Dibujo de algunos de los fragmentos cerámicos del Bronce Final Reciente, sin torno



4897



2547-17

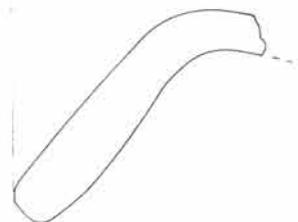
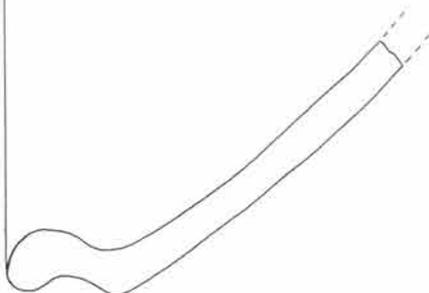


FIG. 8.2.1.1.3. Dibujo de algunos de los fragmentos cerámicos del Bronce Final Reciente, sin torno

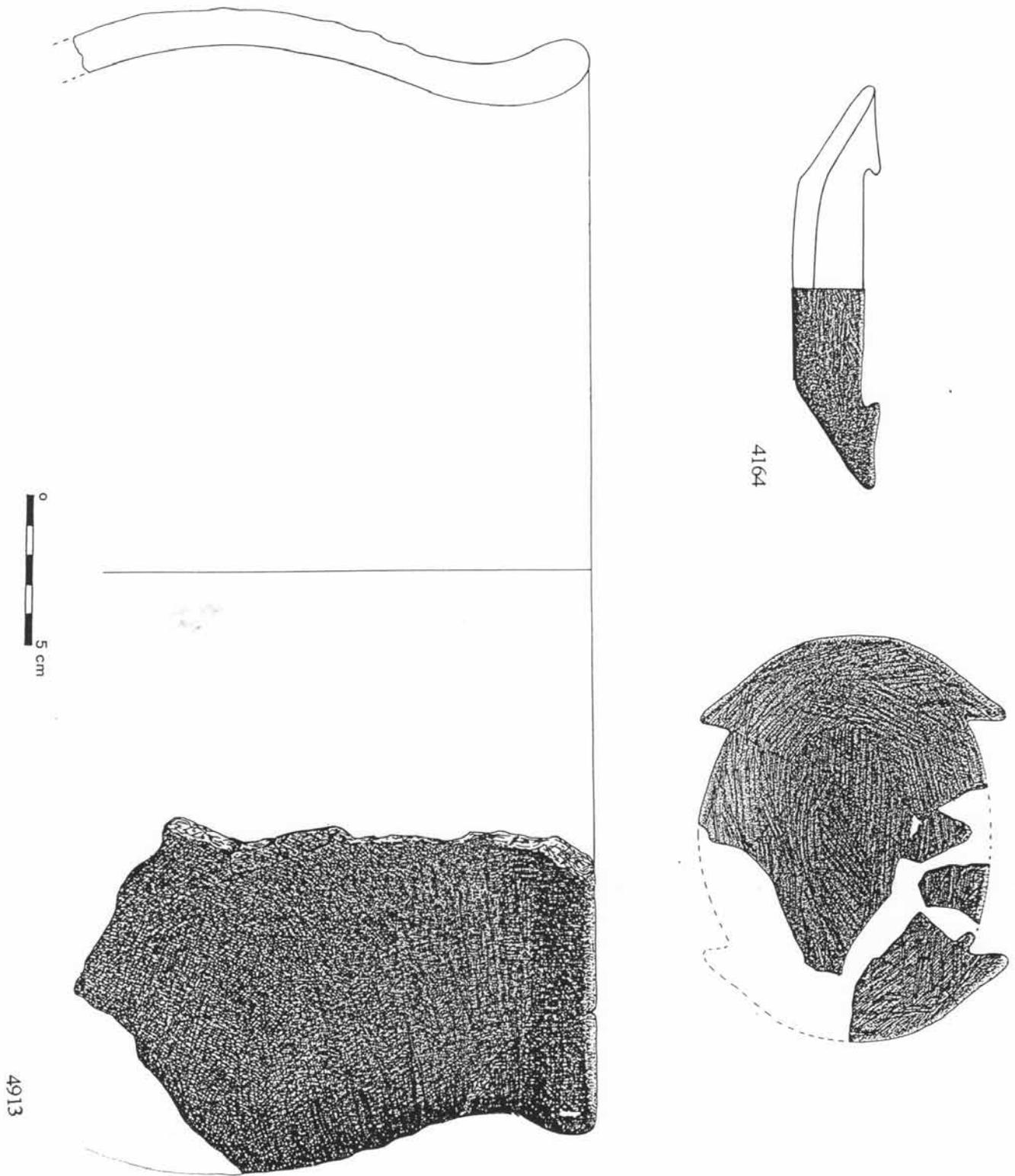


FIG. 8.2.1.1.4. Dibujo de algunos de los fragmentos cerámicos del Bronce Final Reciente, sin torno

-2536 (cuenco carenado con decoración esgrafiada): Cocción reductora. Matriz muy compacta. Poca cantidad de desgrasantes, y los que aparecen, son de pequeño tamaño y con formas redondeadas, formados fundamentalmente por cuarzos que al parecer los llevaba incorporada la arcilla. Superficie interior y exterior con un bruñido de muy buena calidad. Decoración esgrafiada en el exterior.

-2547-17 (olla): Cocción reductora. Desgrasantes de tamaño fino y medio en pequeña cantidad, formados por cuarzos redondeados, presencia de carbonatos de neoformación entre la matriz. Superficie interior y exterior bruñida.

-2555-5 (plato labio engrosado): Cocción reductora. Desgrasantes de tamaño fino y medio, formados en su mayoría por cuarzos de formas redondeadas, alguna calcita. Carbonatos de neoformación en la matriz, e improntas de materia orgánica grafitizada. Superficie interior y exterior bruñida.

-2562-10 (cuenco labio entrante): Gran cantidad de desgrasantes de grano medio, con formas redondeadas, formados en su mayoría por cuarzos transparentes, calcita, así como, carbonatos de neoformación en la matriz; también se puede observar improntas de materia orgánica grafitizada. Cocción oxidante, con zonas reductoras en el centro de la matriz. Superficie interior y exterior bruñida.

-4144 (fondo plano olla): Gran cantidad de desgrasantes de tamaño fino y medio, formados en su mayor parte por cuarzos redondeados. Carbonatos de neoformación entre la matriz. Las superficies tanto interior como exterior no están cuidadas. Superficie exterior oxidante e interior reductora.

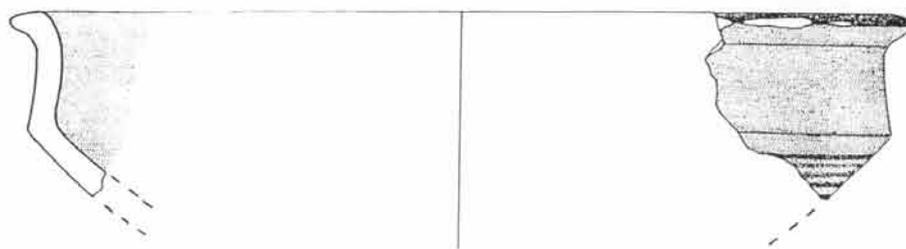
-4164 (escudilla): Gran cantidad de desgrasantes de grano fino y medio, formados por cuarzos redondeados en su mayoría y otros con formas algo más angulosas, como cuarcitas. Improntas de materia orgánica grafitizada. Cocción reductora. Superficie tanto interior como exterior escobillada y con almagra. (Fig. 8.2.1.1.21.).



FIG. 8.2.1.1.21. Fotografías de las piezas a mano 4164 y 3497

-4897 (fuente carenada): Gran cantidad de desgrasantes de tamaño fino y medio, formados por cuarzos redondeados, calcita, presencia de carbonatos de neoformación. Cocción reductora.

-4898 (soporte baquetón central): Poca cantidad de desgrasantes, los que se observan son de pequeño tamaño, formados por cuarzos redondeados, calcita, alguna mica de pequeño tamaño, carbonatos de neoformación, e improntas de materia orgánica grafitizada. Superficie interior y exterior bruñida. Cocción reductora.

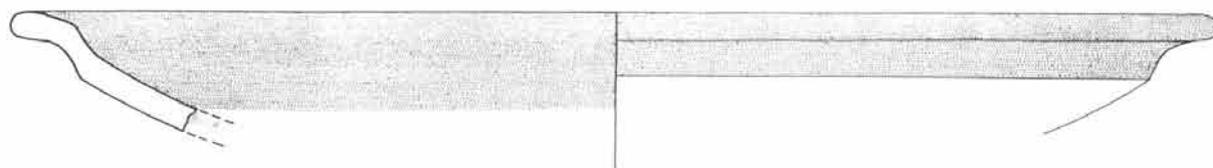


4055

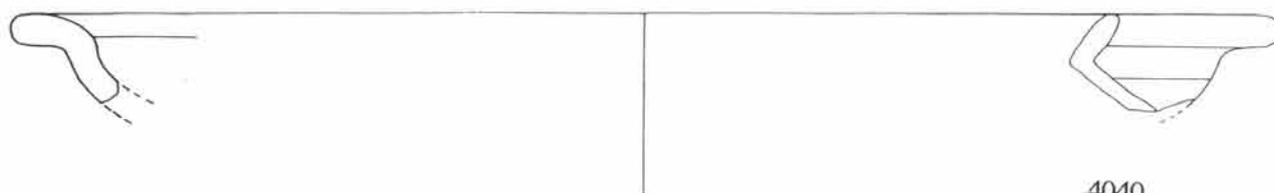


3275

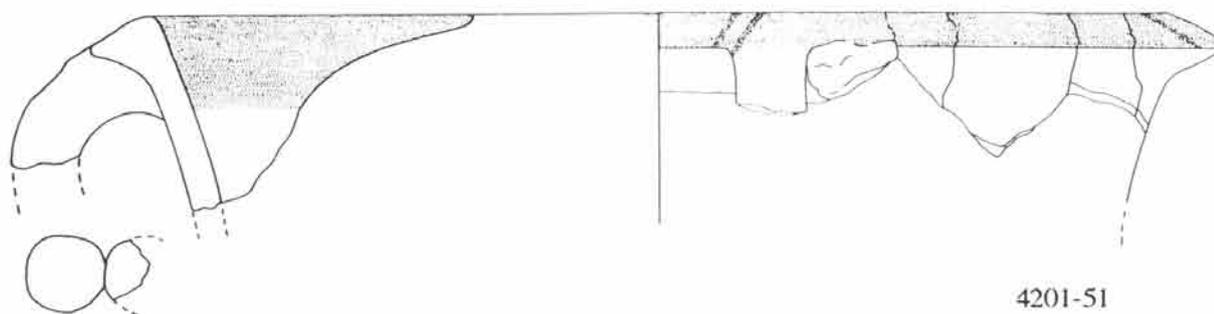
0 5 cm



3286-2



4040



4201-51

FIG. 8.2.1.1.5. Dibujos de algunos de los fragmentos cerámicos del Bronce Final Reciente, con torno

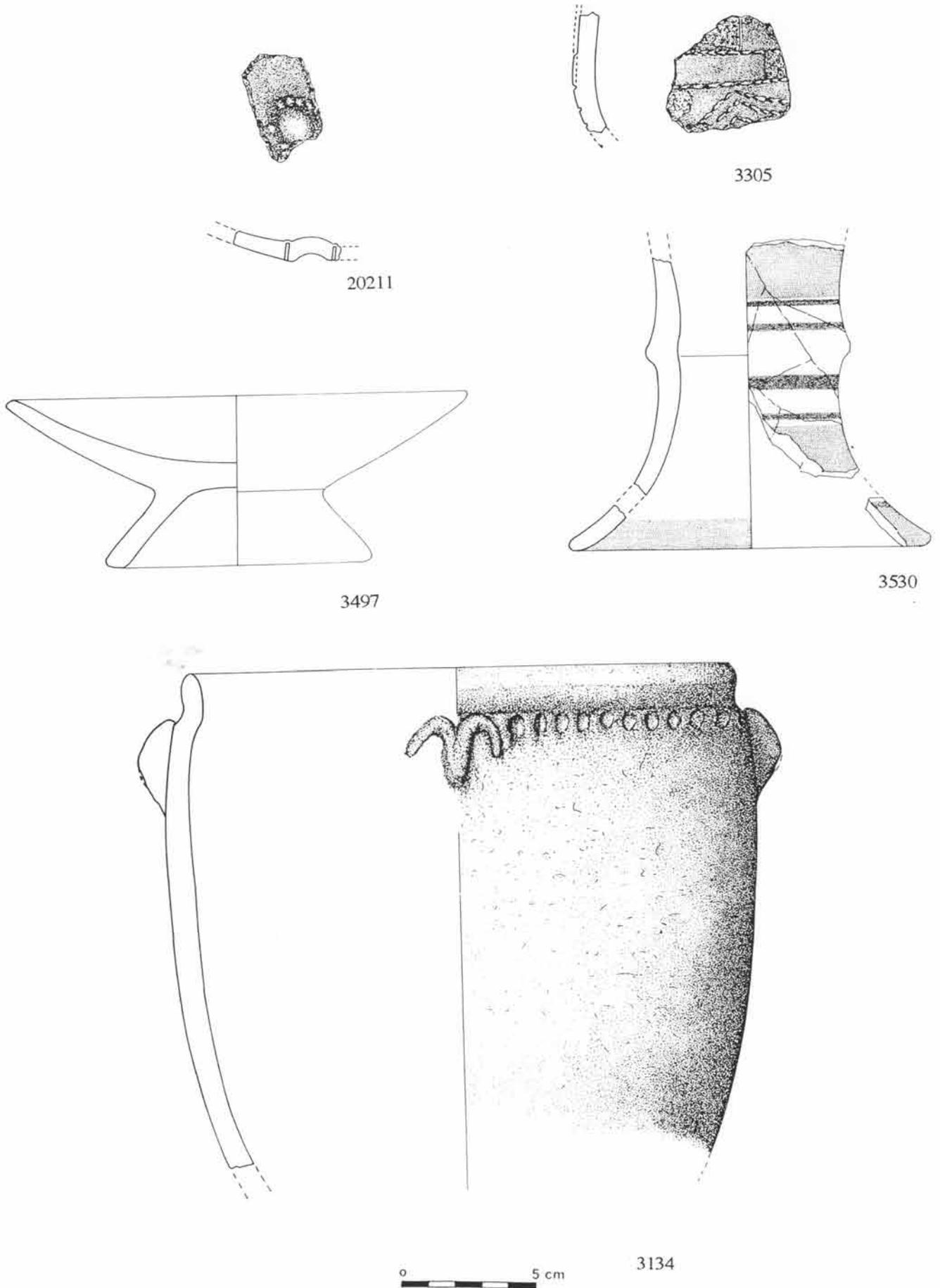


FIG. 8.2.1.1.6. Dibujos de algunos de los fragmentos cerámicos del Bronce Final Reciente, [sin](#) torno

-4909-71 (vaso perfil en S con carena redondeada): Gran cantidad de desgrasantes de grano medio, formados en su mayoría por cuarzos redondeados, también, se observan pelitas de color rojo.

-4909-78 (vaso con almagra en el interior): Desgrasantes de pequeño tamaño, formados en su mayoría por cuarzos redondeados, calcita, en la matriz aparecen gran cantidad de carbonatos de neoformación. Superficie tanto interior como exterior muy bruñida. Cocción reductora.

-4909-86 (decoración boquique): Poca cantidad de desgrasantes y los que aparecen son de pequeño tamaño, formados por cuarzo, se observa en la matriz es una gran cantidad de carbonatos de neoformación. Cocción reductora.

-4909-87 (decoración boquique): Poca cantidad de desgrasantes, los que más se observan en la matriz son cuarzos de pequeño tamaño y calcitas diseminadas por la pasta, también se observan carbonatos de neoformación. Cocción reductora.

-4913 (olla): Poca cantidad de desgrasantes y los que aparecen son de pequeño tamaño, formados, en su mayoría, por cuarzos redondeados, calcitas y carbonatos de neoformación, también, se observan foraminíferos e improntas de materia orgánica grafitizada. Superficie tanto exterior, como interior poco cuidada, de textura grosera . Cocción reductora.

Para la secuencia del **Bronce Final Reciente con torno**, hemos escogido una representación de las formas mas comunes, tanto a mano como a torno. (Fig. 8.2.1.1.5) (Fig. 8.2.1.1.6).

-3275 (plato de barniz rojo). Textura fina. Arcilla muy depurada en la que sólo se observan desgrasantes de tamaño muy pequeño, formados, sobre todo, por cuarzos redondeados y gran número foraminíferos que llevaría incorporada la arcilla. Superficie tanto interior como exterior bruñida.

-3286-2 (plato de barniz rojo): Textura fina. Arcilla muy depurada, en la que sólo se observan desgrasantes de pequeño tamaño, que al parecer llevaba incorporada la arcilla, estos en su mayoría presentan formas redondeadas y están formados por cuarzos, calcitas y gran cantidad de foraminíferos.

-3305 (decoración excisa y boquique): Desgrasantes de pequeño tamaño y con formas redondeadas, que al parecer llevaba incorporada la arcilla, formados por cuarzos transparentes y alguno anaranjado, también, se observa gran número de espículas de esponja. Cocción reductora.

-3394 (fondo umbo a torno): Los desgrasantes son de tamaño medio, presentando formas redondeadas y aparecen en proporción algo mayor que en las muestras anteriores. Están formados por cuarzos, calcita y algún foraminífero. Carbonatos de neoformación.

-3497 (copa/frutero a mano): En proporción, también, presenta más cantidad de desgrasantes que las anteriores. Aparte de los desgrasantes heredados, formados sobre todo por cuarzos redondeados, algunos con formas algo más angulosas, como calcitas, cuarcitas (Fig. 8.2.1.1.21.).

-3530 (soporte policromo): Desgrasante de pequeño tamaño, formado en su mayoría por cuarzos redondeados,

calcitas. También se puede observar la presencia de algún foraminífero y espículas.

-4040 (plato cerámica gris): Textura fina. Arcilla muy depurada, en la que sólo se observan desgrasantes de tamaño muy pequeño, formados, sobre todo, por cuarzos redondeados y foraminíferos. Superficie bruñida. La muestra se parece a la 3275.

-4055 (cuenco carenado barniz rojo): La matriz presenta más cantidad de desgrasantes que las muestras anteriores, con formas redondeadas, formados, en su mayor parte, por cuarzos, y, también, aparece algún foraminífero.

-4201-51 (pithoi de asa geminada, polícromo): Desgrasante de pequeño tamaño en su mayoría heredado, formado por cuarzos redondeados, alguna calcita. También hay gran número de foraminíferos y espículas. Cocción oxidante.

-6375 (fuente): Desgrasante de tamaño pequeño y medio, formado, fundamentalmente, por cuarzos redondeados, que podía llevar incorporada la arcilla. La superficie, tanto interior, como exterior, aparece muy bruñida. Cocción oxidante.

-13001 (ánfora): Desgrasantes de pequeño tamaño, que aparecen en poca cantidad, formados, fundamentalmente, por cuarzos redondeados y foraminíferos, también, se observa alguna calcita (Fig. 8.2.1.1.26.).



FIG. 8.2.1.1.26. Fotografía de de foraminiferos en matriz cerámica de las piezas 13001 y 41210

-20027 (urna círculos concéntricos): Textura fina. Arcilla muy depurada, en la que sólo se observan desgrasantes de pequeño tamaño. Estos, en su mayoría, presentan formas redondeadas y están formados por cuarzos y gran cantidad de foraminíferos, presencia de algunas calcitas (Fig. 8.2.1.1.22).

-20211 (fondo en ónfalo): La matriz presenta características distintas a las anteriores, aunque, también, tiene cuarzos redondeados de pequeño tamaño, la textura de la matriz no es fina. Impronta de materia orgánica. Superficies bruñidas. Cocción reductora.

Del nivel correspondiente a la etapa **Orientalizante** se ha escogido un grupo de cerámicas que representan las formas mas comunes dentro de la producción a torno. También de este horizonte hemos escogido una muestra cerámica, formada por un grupo de 46 ánforas de tipología fenicia (Fig. 8.2.1.1.7.), (Fig. 8.2.1.1.8.), (Fig. 8.2.1.1.9.), (Fig. 8.2.1.1.10.) y (Fig. 8.2.1.1.11.).



FIG. 8.2.1.1.22. Fotografía de las piezas a torno 20027 y 4102

-2021 (urna policroma): Textura fina. Arcilla muy depurada en la que sólo se observan desgrasantes de pequeño tamaño y con formas redondeadas, formados, sobre todo, por cuarzos y gran cantidad de foraminíferos de pequeño tamaño.

-2203-3 (ánfora policroma): Arcilla muy depurada, con desgrasantes de pequeño tamaño formados fundamentalmente por cuarzos redondeados y gran cantidad de foraminíferos.

-3134 (olla a mano con decoración digitada): Desgrasantes de tamaño pequeño y medio, heredados y también añadidos, formados, por cuarzos, calcitas, micas y foraminíferos en la matriz. Cocción reductora.

-3238 (decoración zoomorfa): Arcilla muy depurada, en la que los desgrasantes, con formas redondeadas, son de pequeño tamaño y están formados fundamentalmente por cuarzos, y gran número de foraminíferos. También se observa una impronta de materia orgánica grafitizada y carbonatos de neoformación.

-4024-1 (ánfora): Desgrasantes de pequeño tamaño y con formas redondeadas formados sobre todo por cuarzo, presencia de calcitas.

-4024-2 (fondo pithoi policromo): Poca cantidad de desgrasantes, son de tamaño pequeño, se observan cuarzos, calcita, apareciendo concentraciones de carbonatos y foraminíferos de pequeño tamaño.

-4027-1 (soporte con decoración esgrafiada): Desgrasantes de tamaño pequeño y medio. Aparte de los cuarzos y foraminíferos que llevaría incorporada la arcilla, aparecen otros desgrasantes con formas más angulosas, formados por cuarcitas, que podían haber sido añadidos.

-4102 (soporte de baquetones): Poca cantidad de desgrasante y el que aparece es de pequeño tamaño, formado, sobre todo, por cuarzos redondeados y foraminíferos (Fig. 8.2.1.1.22).

-4233-1 (urna policroma): Desgrasantes de pequeño tamaño y con formas redondeadas, formados, sobre todo, por cuarzos, gran cantidad de foraminíferos, calcitas, carbonatos de neoformación en la matriz.

-4264 (pithoi barniz rojo de labio engrosado): Poca cantidad de desgrasantes, y los que aparecen son de tamaño minúsculo. Estos están formados por cuarzos y foraminíferos de tamaño microscópico. La matriz se parece a la muestra

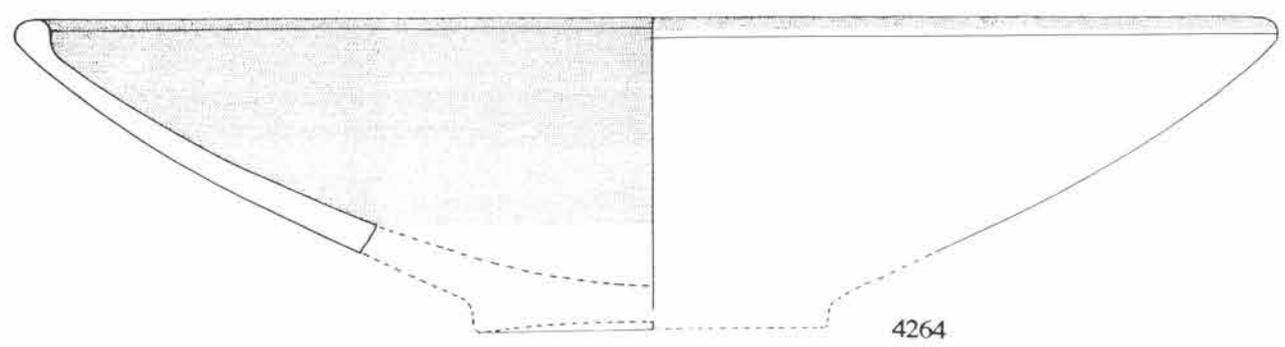
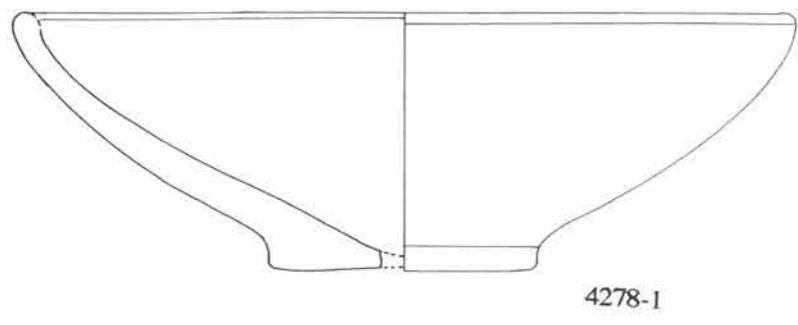
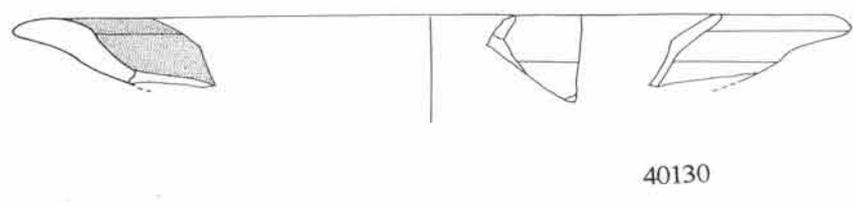
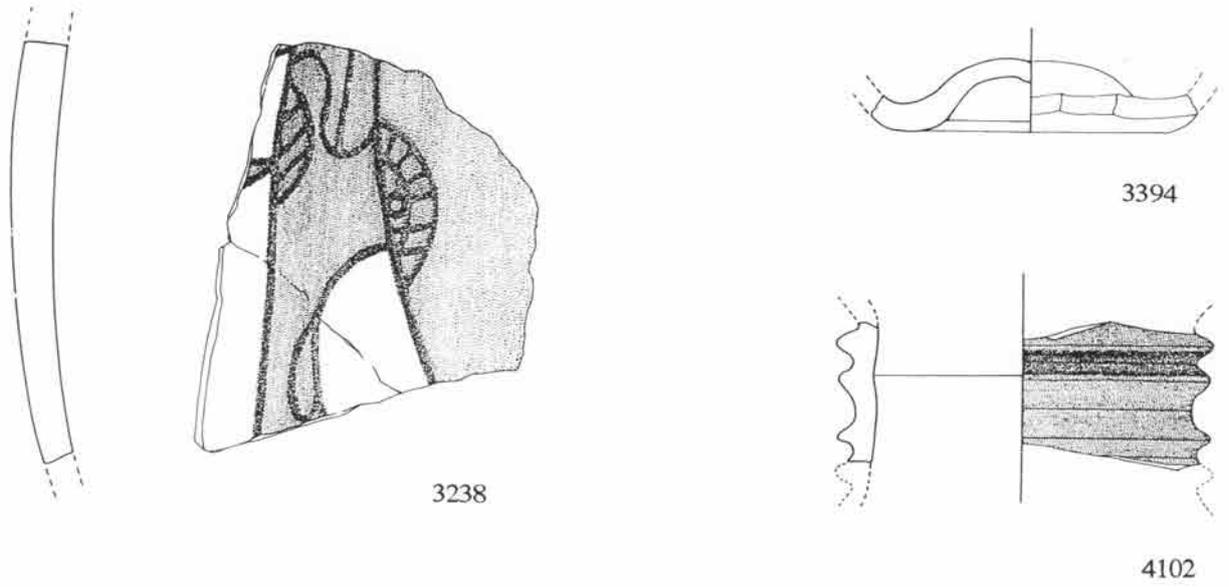
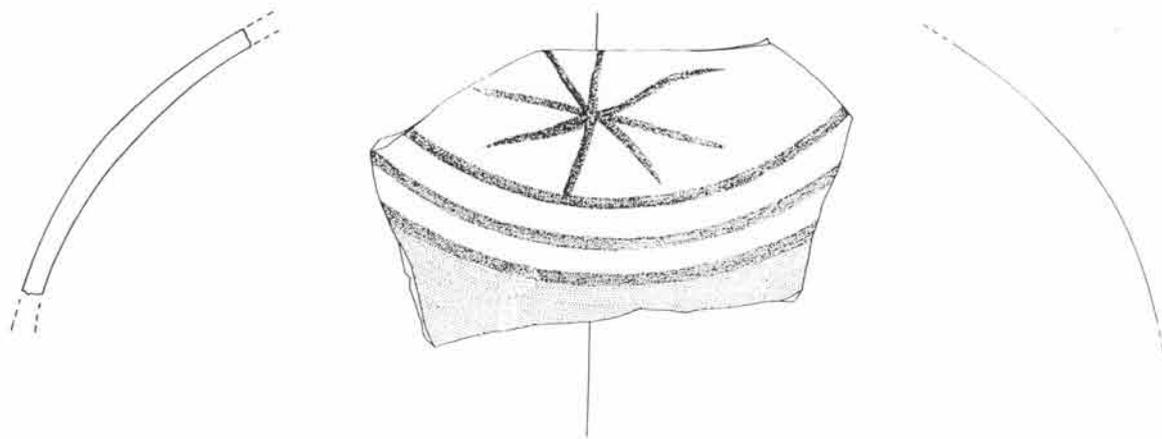
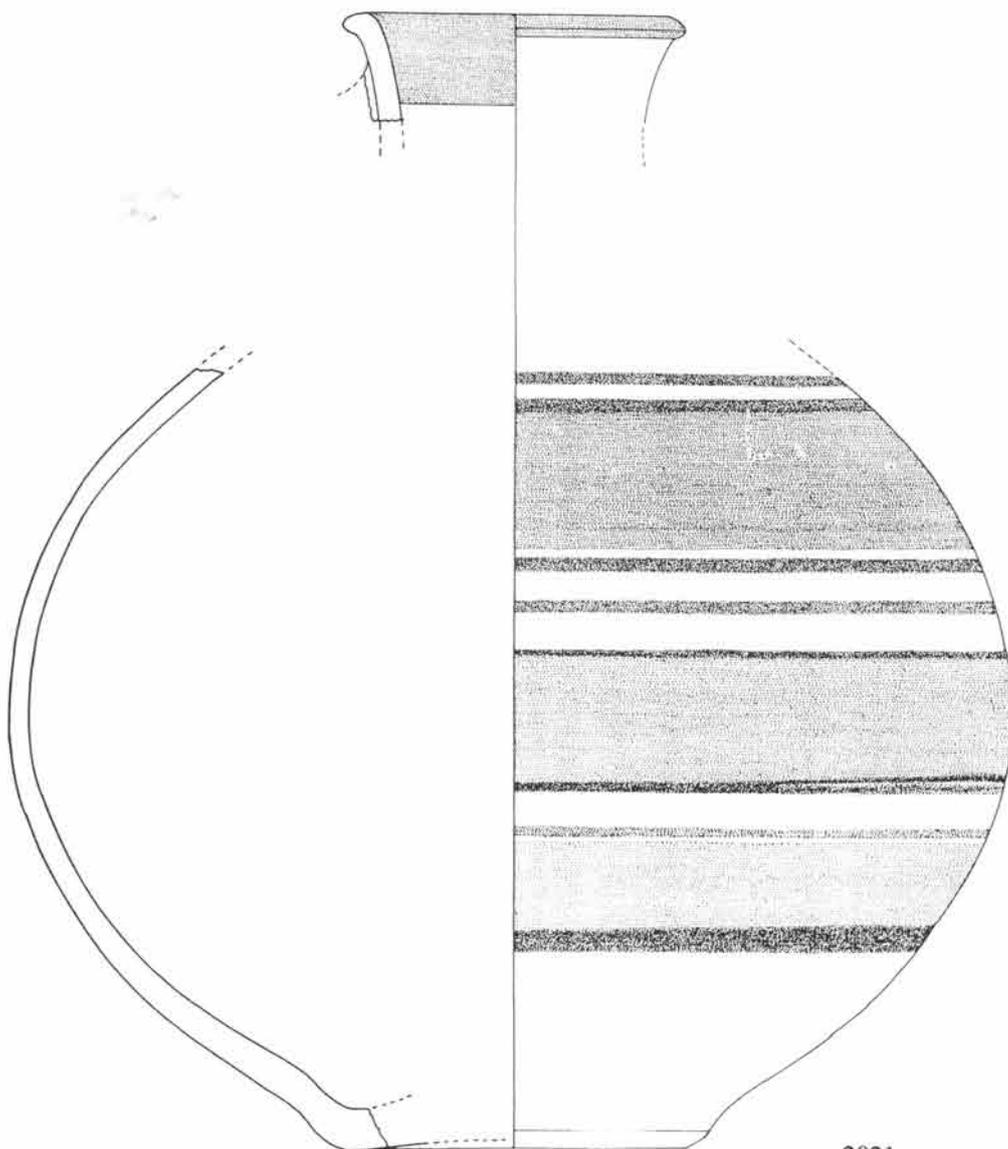


FIG. 8.2.1.1.17. Dibujos de algunos de los fragmentos cerámicos de época orientalizante



4233-1



2021

FIG. 8.2.1.1.8. Dibujos de algunos de los fragmentos cerámicos de época orientalizante

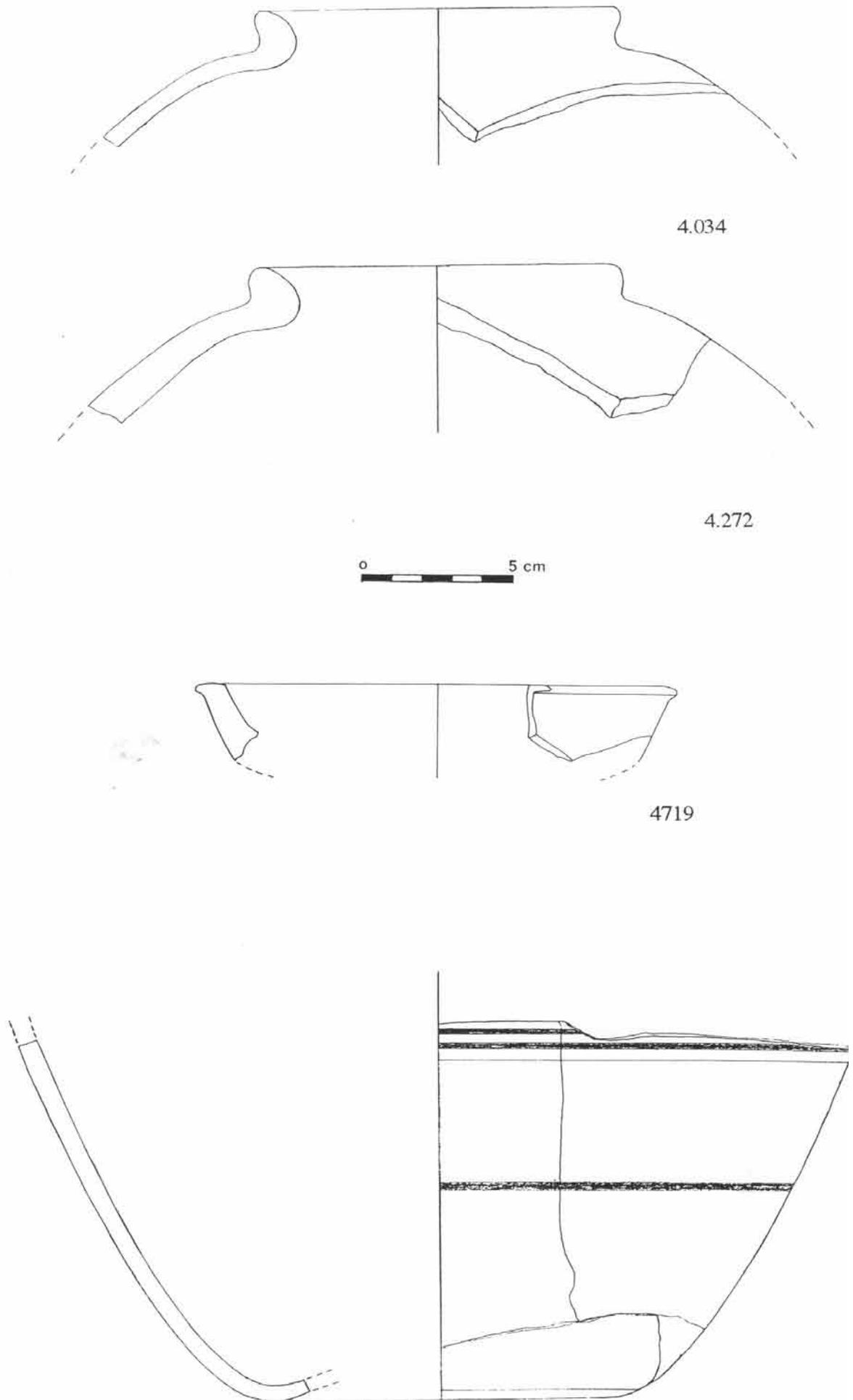
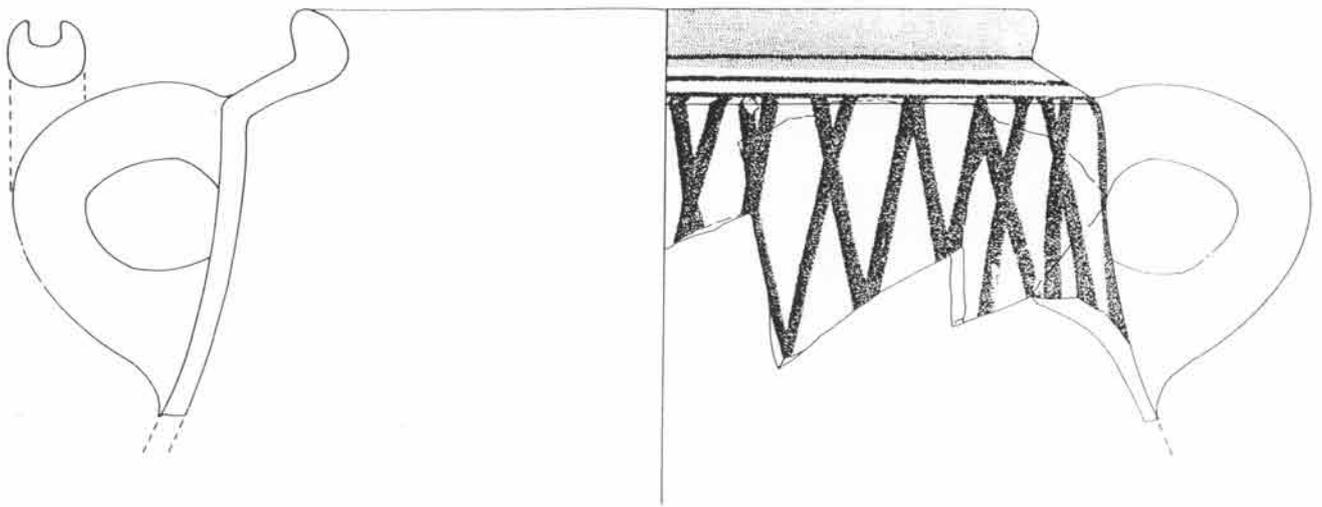
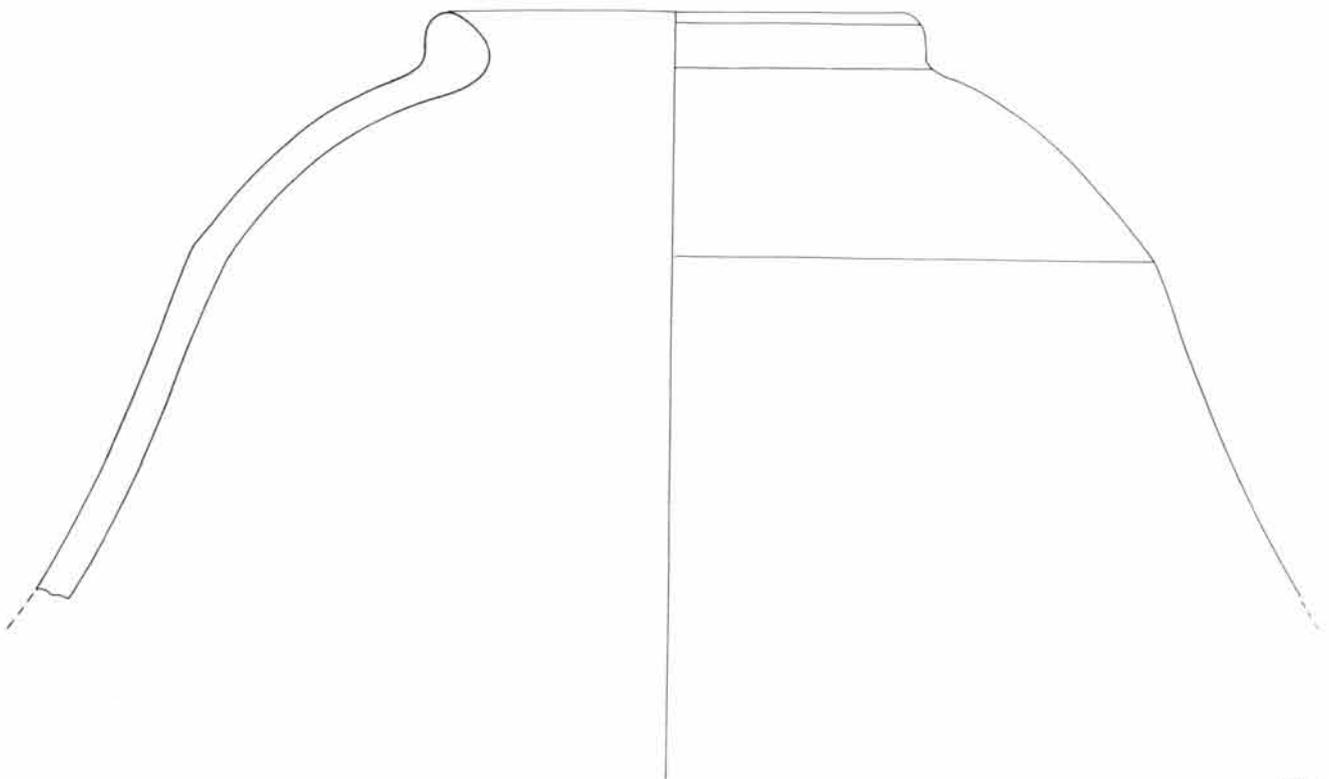


FIG. 8.2.1.1.9. Dibujos de algunos de los fragmentos cerámicos del Bronce Final Reciente, sin torno

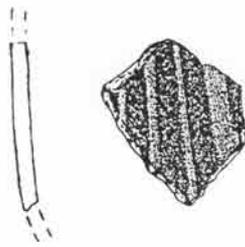


2203-3

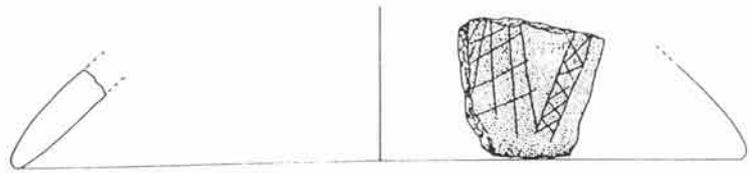


4024-1

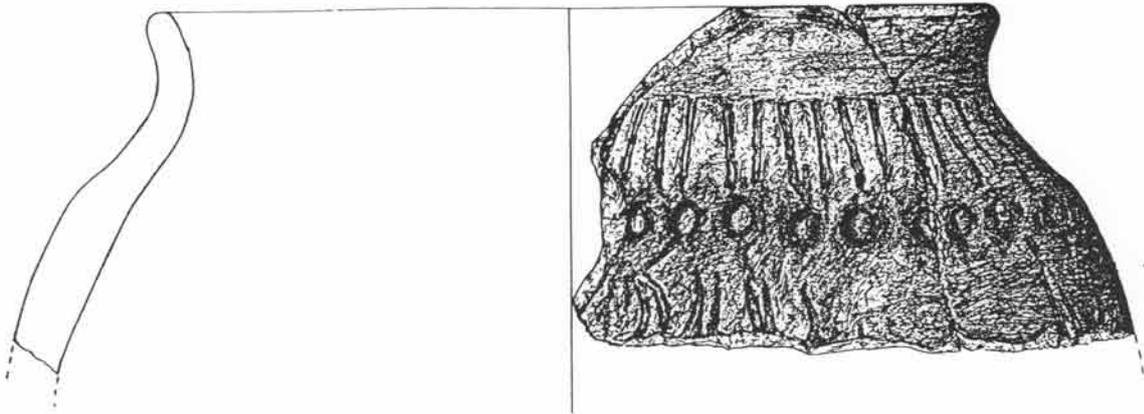
FIG. 8.2.1.1.10. Dibujos de algunos de los fragmentos cerámicos de época orientalizante



4278-3

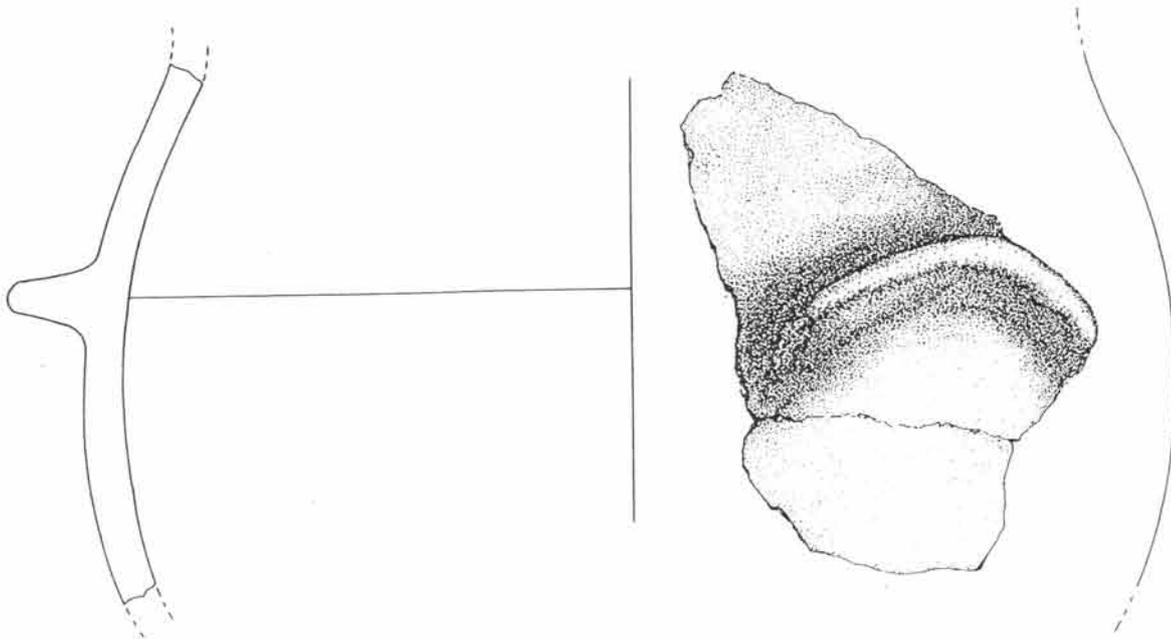


4027-1



20085

0 5 cm



20030

FIG. 8.2.1.1.11. Dibujos de algunos de los fragmentos cerámicos de época orientalizante

4026-2, pero sin la concentración de carbonatos que presenta ésta.

-4278-1 (plato gris): Arcilla muy depurada, los desgrasantes que se observan en la matriz son de tamaño muy pequeño y están formados por cuarzos muy redondeados, foraminíferos, presencia de calcitas. No parece que haya ningún desgrasante añadido a la arcilla, sino que todos los llevaba incorporada ésta. Cocción reductora.

-4278-3 (decoración de retícula bruñida): Cocción reductora. Desgrasantes de pequeño tamaño, formados, sobre todo, por cuarzos redondeados.

-4719 (quemaperfumes): Cocción reductora. Desgrasantes de tamaño pequeño y medio, con formas redondeadas, formados, sobre todo, por cuarzos, calcita, micas de pequeño tamaño, también, aparecen espículas y foraminíferos.

-20030 (olla con asa de orejeta): Gran cantidad de desgrasante, al parecer añadido, con formas angulosas, formado en su mayor parte por plagioclasas. También se puede observar algún desgrasante heredado, como es el caso de foraminíferos y cuarzos con formas redondeadas. Esta matriz es distinta a las demás (Fig. 8.2.1.1.28).

-20085 (olla ovoide): Gran cantidad de desgrasante, añadido en su mayor parte, formado por cuarzo, plagioclasas, también se observan micas (Fig. 8.2.1.1.23.).

-40130 (plato barniz rojo): Desgrasante de pequeño tamaño, formado, sobre todo, por cuarzos redondeados, gran cantidad de foraminíferos de pequeño tamaño y alguna espícula, también se observa alguna calcita.

La descripción óptica de las matrices de las ánforas es en todos los casos la misma, la matriz esta muy decantada y sólo se observan cuarzos de pequeño tamaño, con formas redondeadas y gran cantidad de foraminíferos en todas las muestras. Cocción oxidante (Fig. 8.2.1.1.12.), (Fig. 8.2.1.1.13.), (Fig. 8.2.1.1.14.), (Fig. 8.2.1.1.15.), (Fig. 8.2.1.1.16.) y (8.2.1.1.27.).



FIG. 8.2.1.1.23. Fotografía de la pieza a mano 20085

Para el estudio de la muestra cerámica contextualizada se escogieron para ser analizados, los materiales procedentes del interior de la cabaña del **Bronce Pleno** (Fig. 8.2.1.1.17), (Fig.8.2.1.1.18), (Fig. 8.2.1.1.19), (Fig. 8.2.1.1.20a) y (Fig. 8.2.1.1.20b). La muestra es de 28 fragmentos, que representan aproximadamente una cuarta parte del conjunto global de las vasijas asociadas a esta cabaña de habitación, con una representación de todos los tipos, como son: ollas, fuentes, orzas, cuencos, vasos carenados, etc.

-2756-4 (orza): Gran cantidad de mica enrojecida en la matriz, también, se observa, como desgrasantes, cuarzos y plagioclasas. Este desgrasante presenta formas angulosas, siendo en su mayoría añadido; además, se observan cuarzos de pequeño tamaño que llevaría incorporada la arcilla.

-40627 (fuente): Matriz muy fina y arcillosa, muy porosa. Desgrasantes redondeados, la mayoría heredados y alguno

añadido, de tamaño medio y fino, formados por cuarzo, calcita, carbonatos de neoformación, foraminíferos y radiolas de erizo. Cerámica poco cocida. Superficie alisada por fuera y espatulada por dentro.

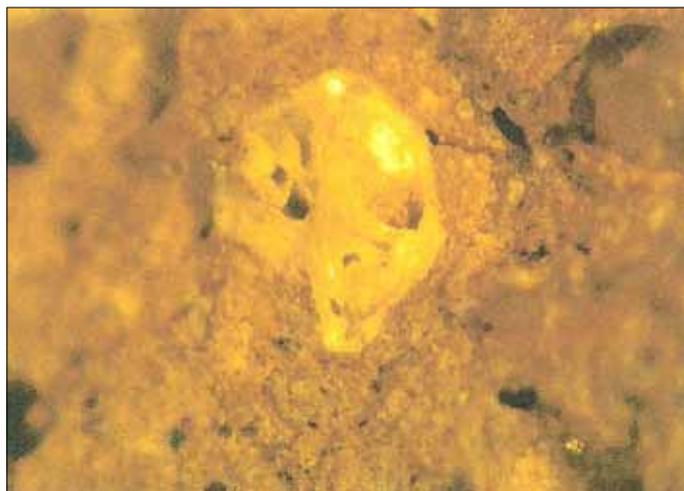


FIG. 8.2.1.1.27. Fotografía foraminíferos en la matriz cerámica en ánforas 13229 y 20895

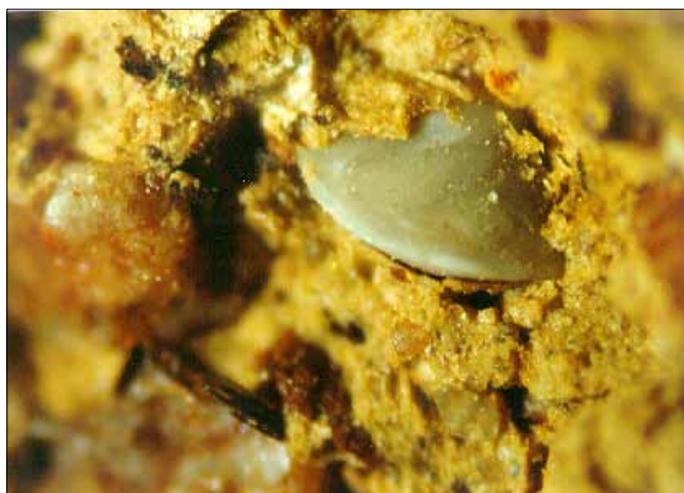
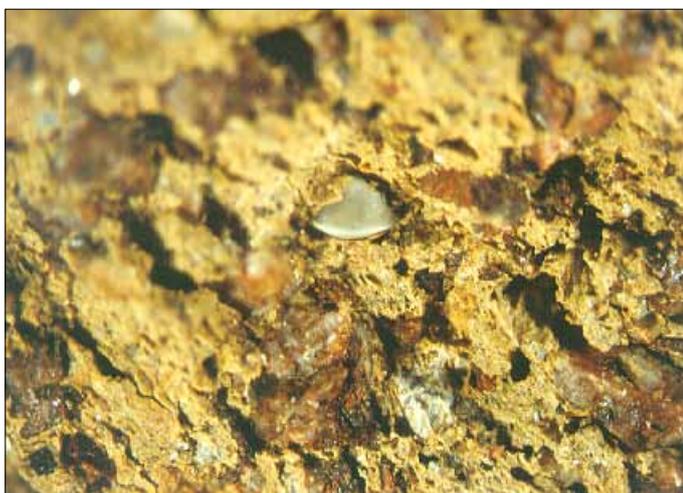


FIG. 8.2.1.1.28. Foraminífero en la matriz cerámica de la muestra 20030. 20x y 63x

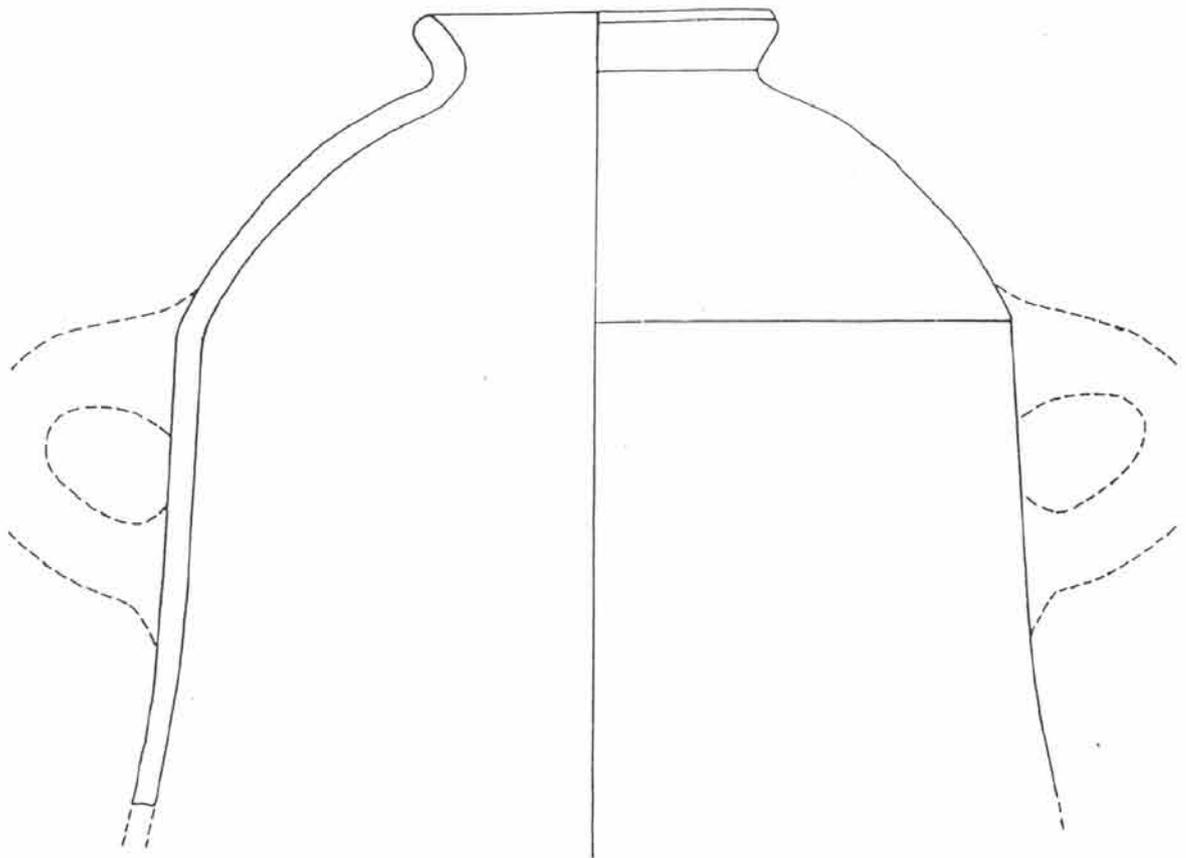
-40643 (cuenco grande): Matriz fina arcillosa. Desgrasante fino y medio, formado fundamentalmente por cuarzo, calcita, mica de pequeño tamaño y microfósiles. Superficie bruñida por fuera y espatulada por dentro. Cocción oxidante en el exterior y reductora en el interior.

-40672 (cuenco): Matriz fina y arcillosa. Desgrasante de pequeño tamaño redondeado, formado por cuarzo redondeado y fino, de distinto tamaño, calcita, mica, presencia de foraminíferos. Cerámica muy porosa. Cocción oxidante. Superficie interna y externa alisada.

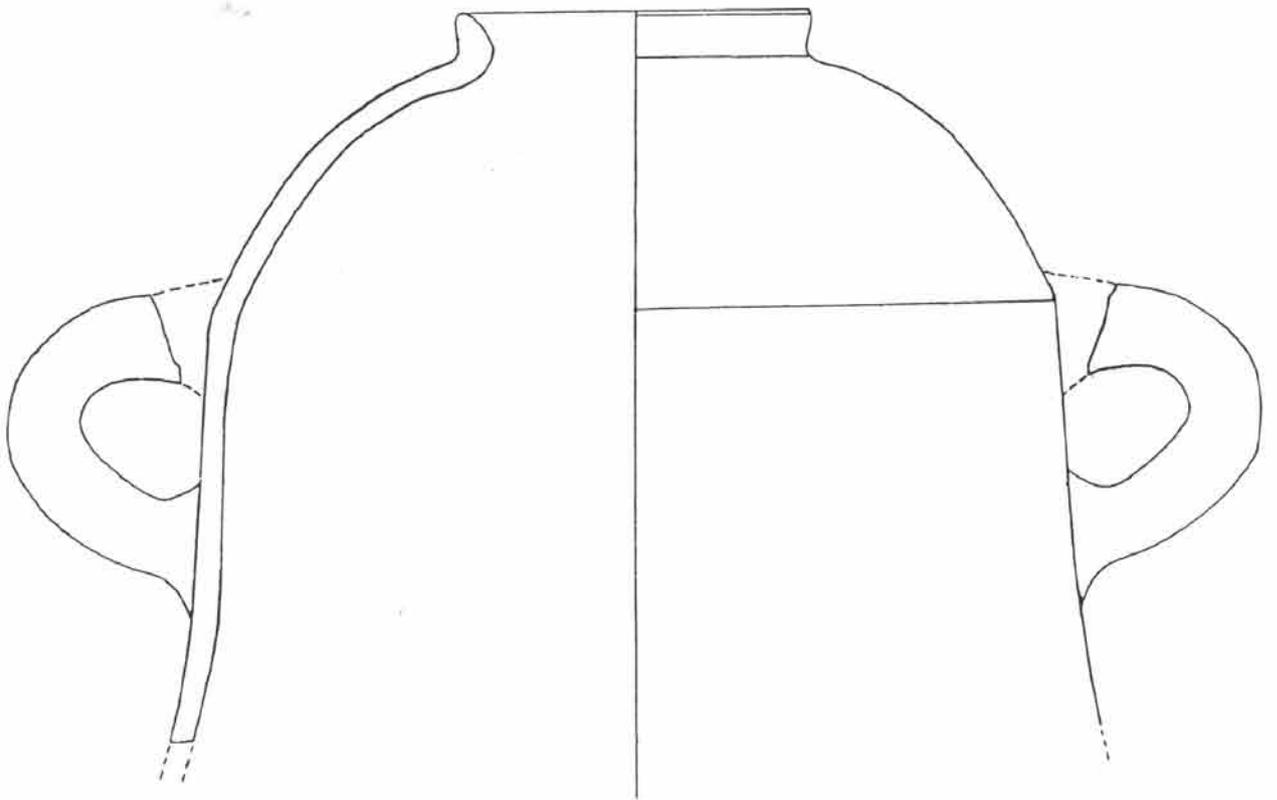
-40673 (cuenco): Matriz fina. Desgrasante, al parecer, añadido en su mayor parte, formado por cuarzo, mica, calcita y carbonatos de neoformación, presencia de microfósiles. Superficie espatulada.

-40688 (cuenco): Matriz fina. Desgrasante fino y medio, formado por cuarzo, calcita, mica, materia orgánica, carbonatos. Mezcla de desgrasante añadido y heredado. Superficie alisada. Cocción reductora.

-40702 (orza): Matriz fina. Desgrasante de tamaño fino y medio y alguno, de mayor tamaño, localizado, heredado y añadido, formado por cuarzo, mica, restos de materia orgánica, calcita, carbonatos de neoformación y presencia de microfósiles. Cocción oxidante exterior, reductora zona interior. Superficie exterior espatulada, con algunas zonas



13001

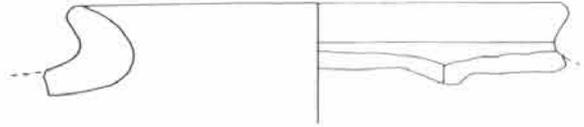


3.023

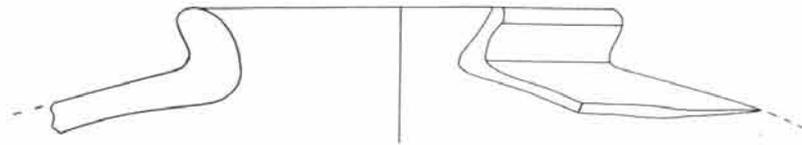
FIG. 8.2.1.1.12 Dibujo de algunos de los fragmentos cerámicos pertenecientes a ánforas



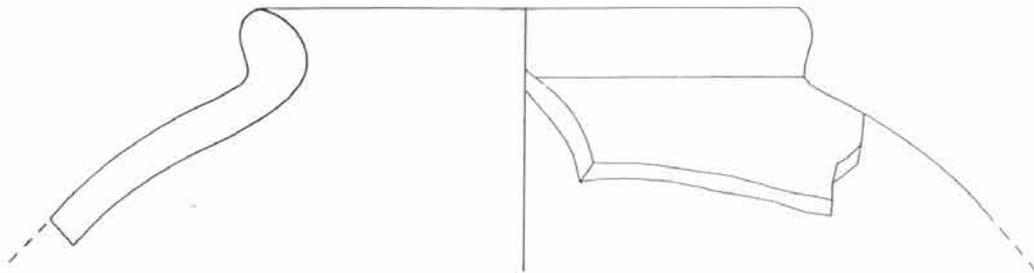
4.563-2



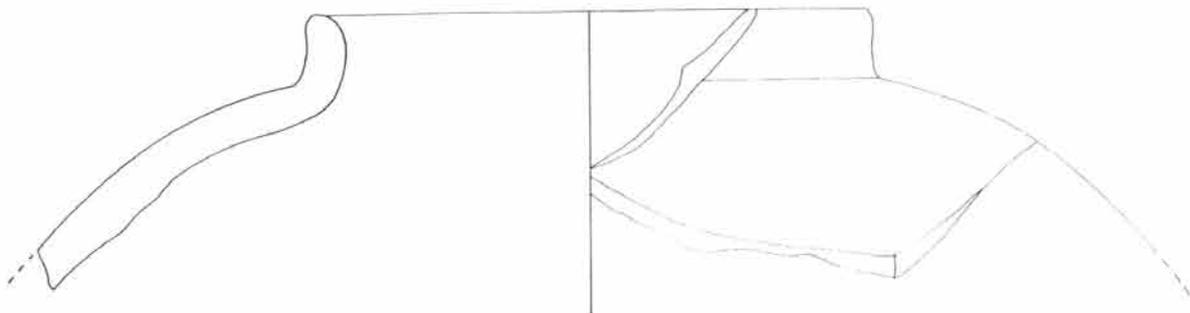
4.629



4.738



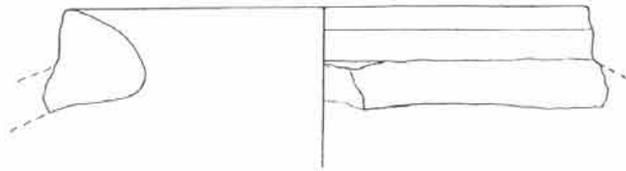
4.104-32



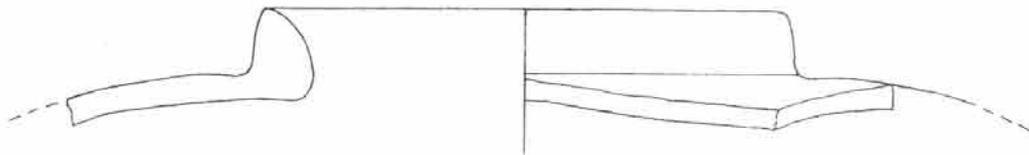
4.119



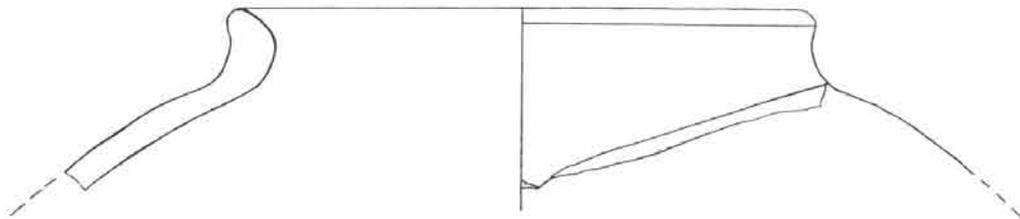
FIG. 8.2.1.1.13. Dibujo de algunos de los fragmentos cerámicos pertenecientes a ánforas



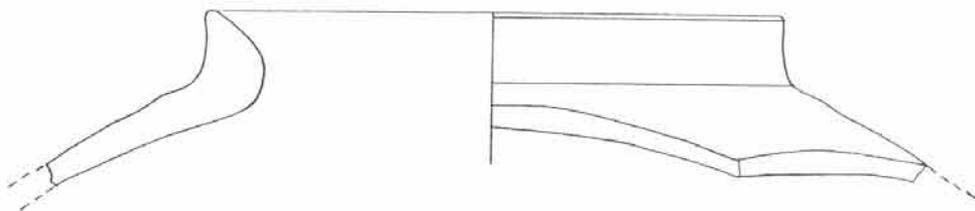
4.242-62



4.242-13

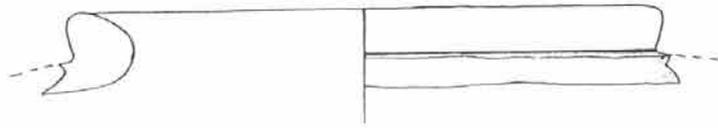


4.020-20



4.185-1

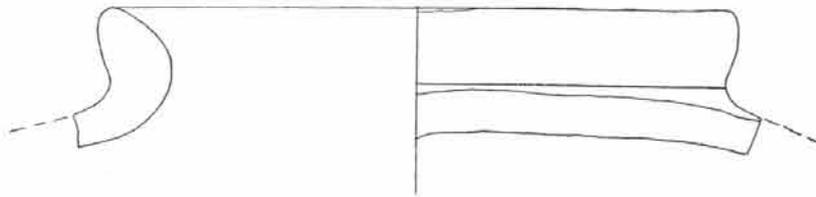
FIG. 8.2.1.1.14 Dibujo de algunos de los fragmentos cerámicos pertenecientes a ánforas



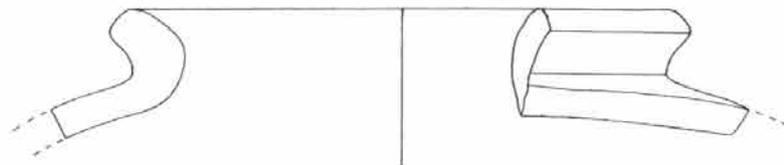
4.242-61



4.310-1



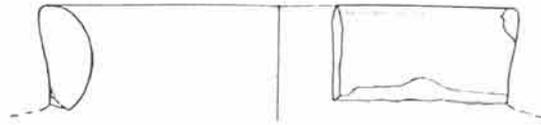
4.266-4



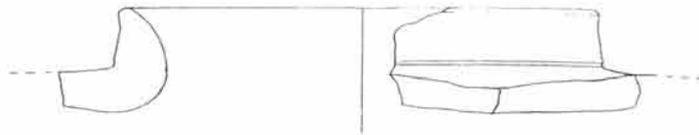
40.126



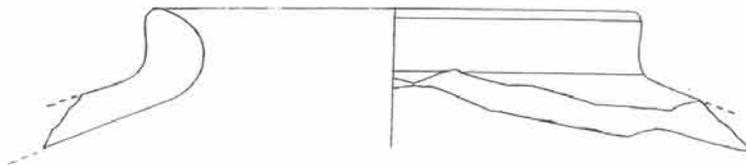
FIG. 8.2.1.1.15 Dibujo de algunos de los fragmentos cerámicos pertenecientes a ánforas



4.501-5



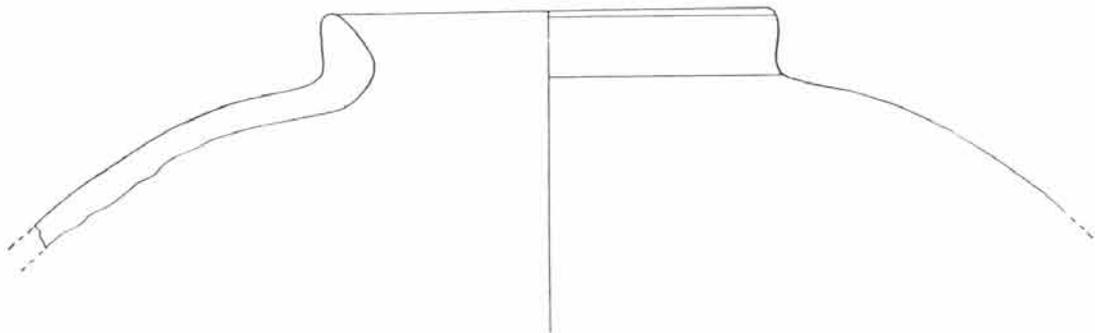
4.059-69



4.339-5



4.071



4.334

FIG. 8.2.1.1.16 Dibujo de algunos de los fragmentos cerámicos pertenecientes a ánforas

bruñidas, interior espatulada.

-40703 (cuenco globular con asa): Matriz fina y porosa, textura grosera. Desgrasante fino y medio, la mayor parte heredado, aunque hay, también, añadido, formado por cuarzo, mica, calcita, materia orgánica grafitizada. Superficie interior y exterior alisada. Cocción oxidante.

-40714 (orza carenada): Matriz fina arcillosa. Desgrasante de tamaño fino y medio, redondeado y ,también, añadido, formado por cuarzo muy rodado, calcita, alguna mica. Cocción reductora exterior y oxidante interior.

-40717 (cuenco): Matriz fina y porosa, textura limosa. Desgrasante fino y medio heredado, formado por cuarzo, calcita, mica, carbonatos de neoformación, presencia de microfósiles. Superficie espatulada y degradada . Cocción reductora.

-40730 (vaso carenado): Matriz fina. Desgrasante formado por cuarzo, calcita, mica, se pueden ver algunos carbonatos de neoformación. Superficie bruñida. Cocción reductora

-40778 (cuenco): Matriz fina. Desgrasante, mayoritariamente de tamaño fino, formado, principalmente, por cuarzo, materia orgánica grafitizada, mica, calcita. Superficie alisada. Cocción oxidante.

-40785 (cuenco): Matriz fina arcillosa. Desgrasantes de pequeño tamaño, principalmente, formando parte del cuerpo arcilloso (heredados), formados por cuarzoes redondeados, calcita, mica, carbonatos de neoformación y microfósiles. Superficie cubierta por carbonatos de neoformación. Superficie interior y exterior espatulada. Cocción oxidante (Fig. 8.2.1.1.25.) 20x.

-40786 (orza): Matriz grosera. Desgrasante de gran tamaño, formado por cuarzo, cuarcita, mica, plagioclasas, etc., predomina el desgrasante añadido, con fracturas rectas. Superficie alisada. Cocción oxidante.

-40789 (vaso carenado, de carena alta): Matriz fina. Desgrasante de tamaño fino y medio redondeado, formado por cuarzo, foraminíferos, calcita, materia orgánica. Superficie espatulada por dentro y alisada por fuera. Cocción oxidante.

-40794 (vaso de carena alta): Matriz fina arcillosa, desgrasante fino, formado, fundamentalmente, por cuarzo, calcita, mica, materia orgánica, presencia de foraminíferos. Cocción reductora.

-40805 (cuenco): Matriz fina con el desgrasante de pequeño tamaño, formado por cuarzo, calcita; presencia de carbonatos de neoformación y microfósiles. Superficie bruñida. Cocción reductora.

-40806 (vaso perfil en S): Matriz fina. Desgrasante fino, presentando, en su mayor parte, formas angulosas, formado por cuarzo, mica, calcita, materia orgánica, presencia de carbonatos. Cocción oxidante (Fig. 8.2.1.1.24.).

-40817 (gran vaso carenado con carena alta): Matriz fina y compacta. Textura fina. Desgrasante de tamaño fino y medio, formado por cuarzo, calcita, pelitas, materia orgánica, carbonatos de neoformación. Cocción reductora.

-41080 (olla globular): Matriz grosera y porosa. Desgrasante medio y grueso, formado por cuarzoes redondeados de distintos tamaños, opacos y transparentes, calcita, mica, materia orgánica grafitizada, microfósiles, carbonatos de neoformación. Superficie exterior espatulada (huellas de útil), superficie interior degradada. Cocción reductora.

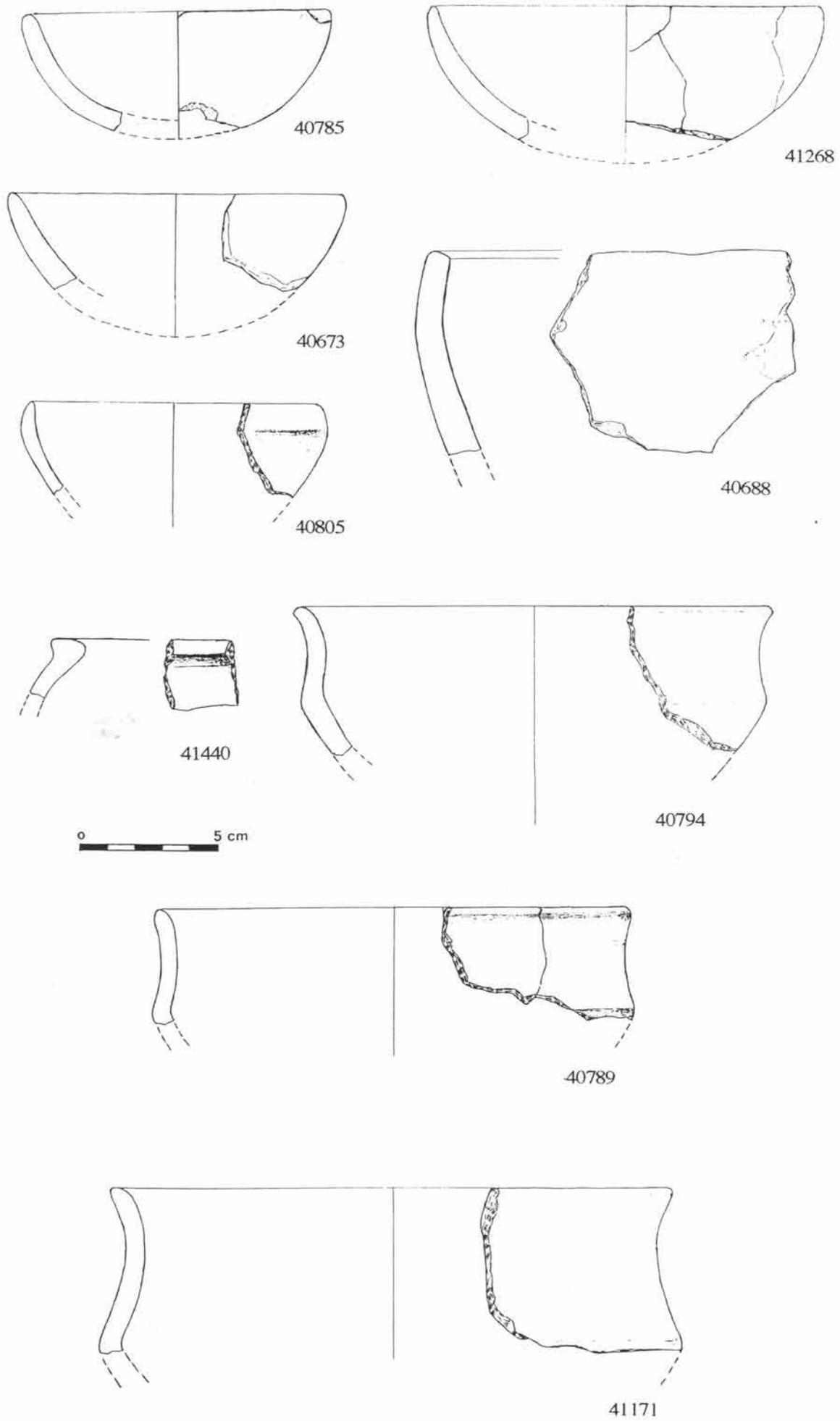


FIG. 8.2.1.1.17. Dibujo de algunos de los fragmentos cerámicos del Bronce Pleno

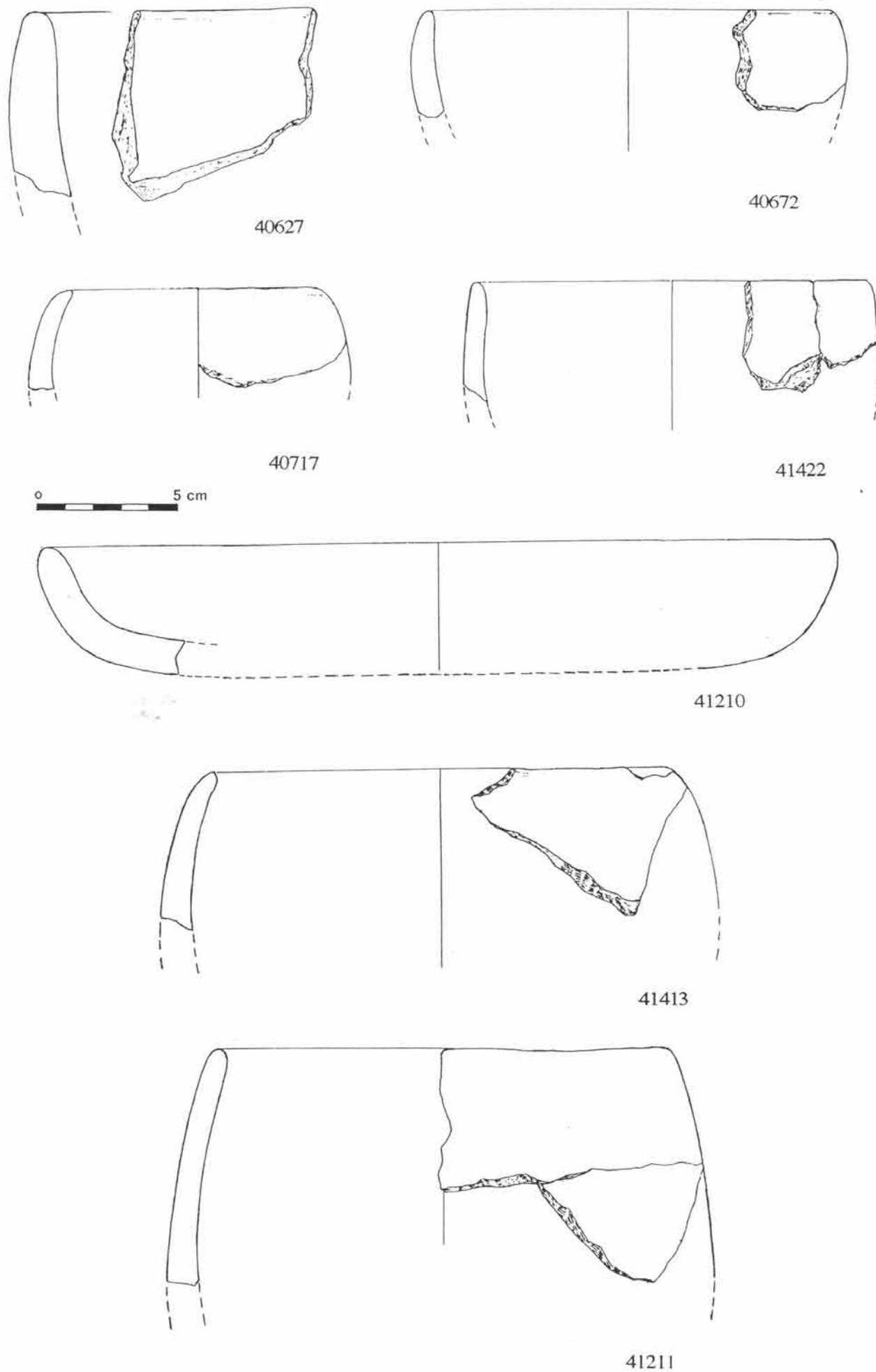


FIG. 8.2.1.1.18. Dibujo de algunos de los fragmentos cerámicos del Bronce Pleno

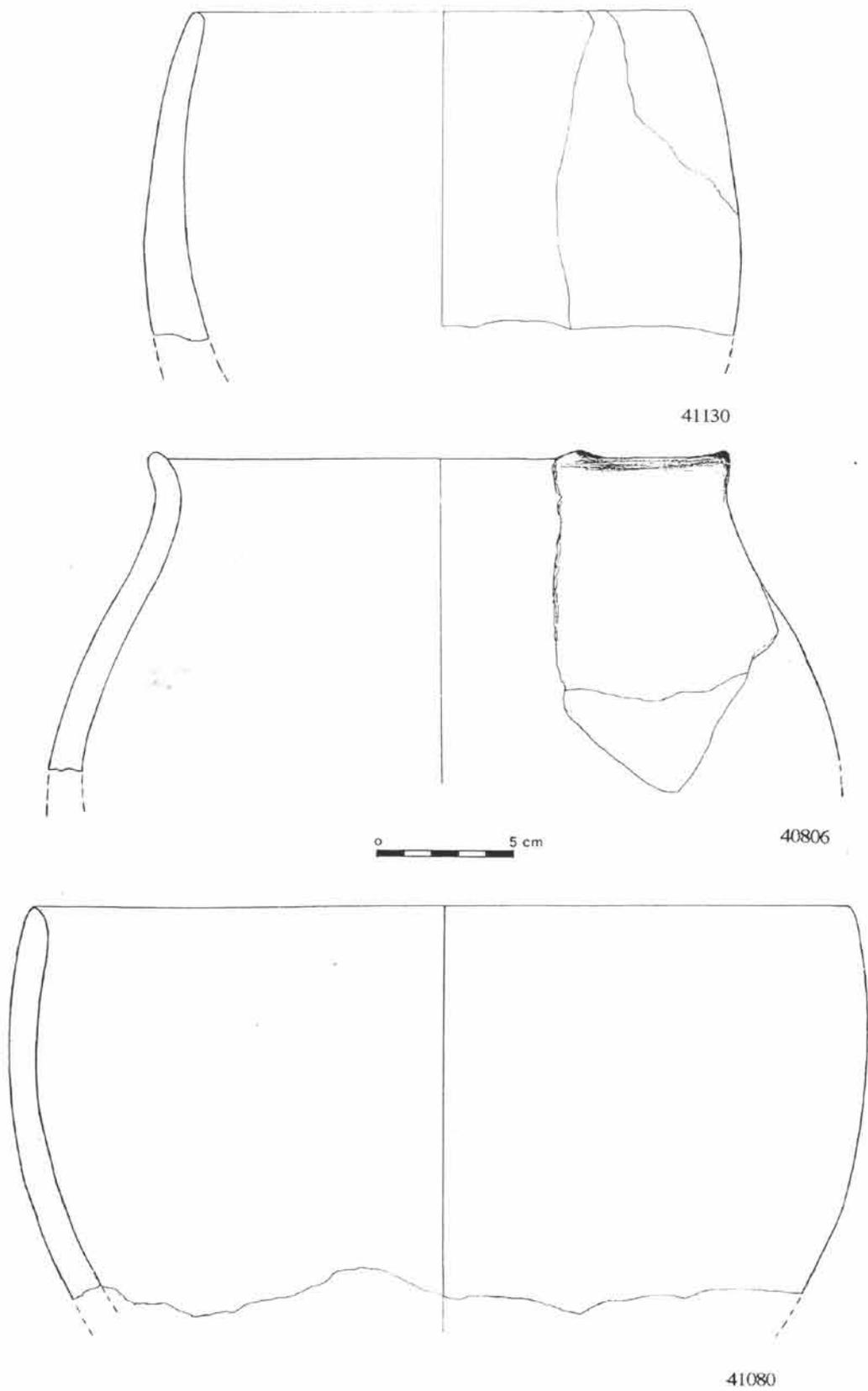


FIG. 8.2.1.1.19. Dibujo de algunos de los fragmentos cerámicos del Bronce Pleno

0  
5 cm

2756-4

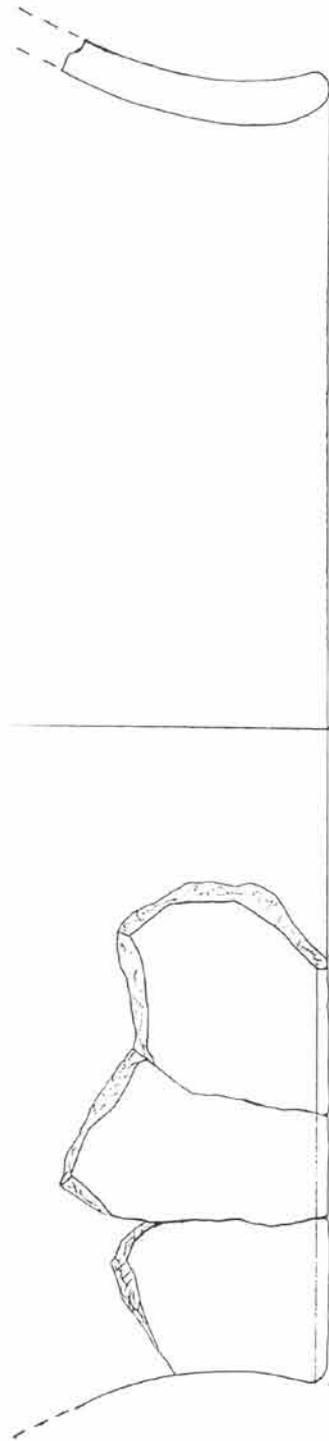


FIG. 8.2.1.1.20a. Dibujo de algunos de los fragmentos cerámicos del Bronce Pleno

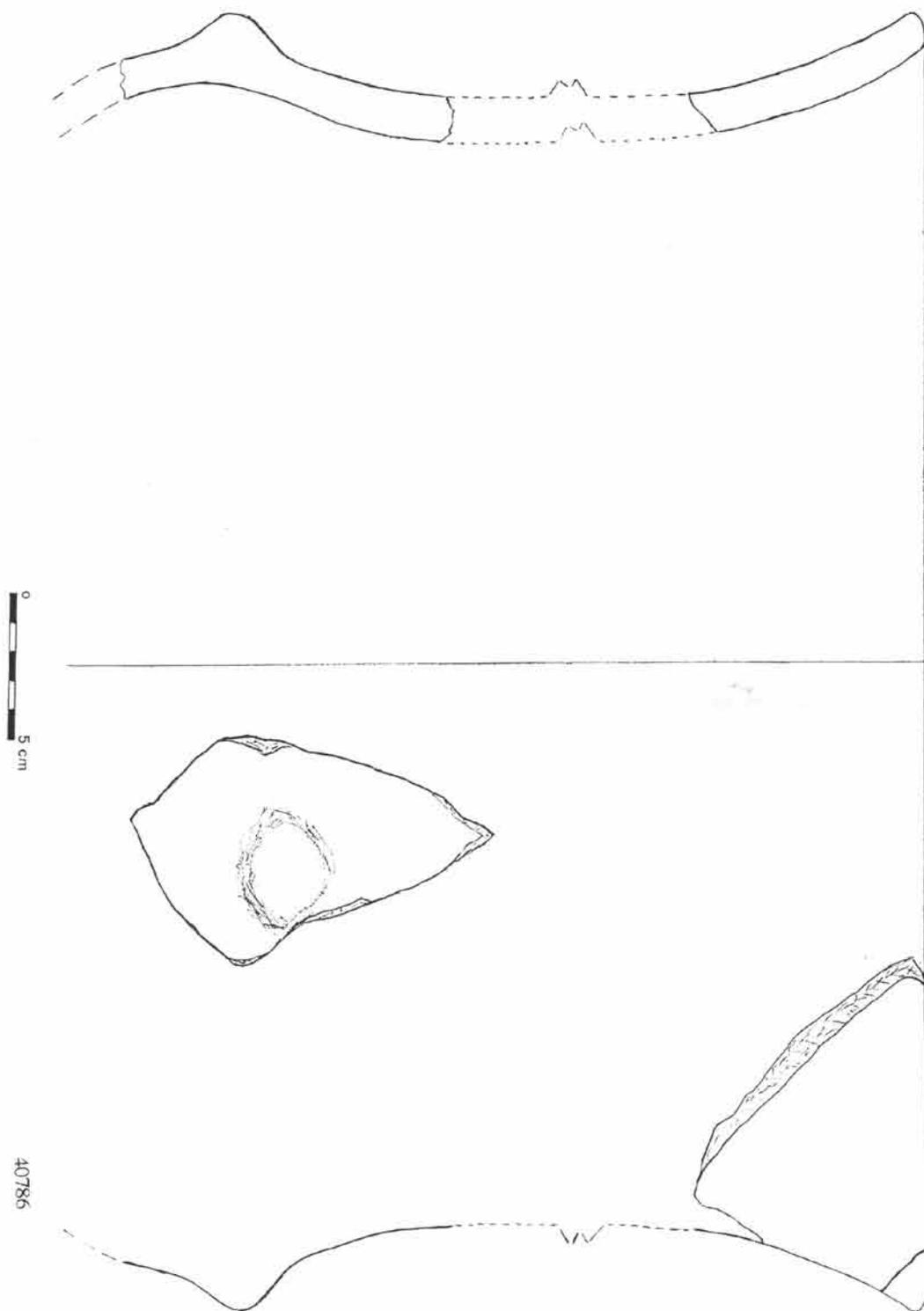


FIG. 8.2.1.1.20b. Dibujo de algunos de los fragmentos cerámicos del Bronce Pleno

-41130 (olla globular): Matriz grosera. Desgrasante fino y medio, redondeado en su mayor parte, formado por cuarzo, calcita, materia orgánica (en unas zonas aparece más grafitizada que en otras). La matriz esta muy quemada. Superficie interior y exterior alisada, muy degradadas. Cocción reductora (Fig. 8.2.1.1.24.).



FIG. 8.2.1.1.24. Fotografías de materia orgánica en pasta cerámica de las piezas 41130 y 40806

-41171 (vaso carenado): Matriz fina arcillosa. Desgrasantes de pequeño tamaño, en su mayor parte heredado, formado por cuarzo, calcita, mica, carbonatos de neoformación, presencia de microfósiles. Cocción oxidante. Superficie bruñida en la zona exterior y alisada en la interior.

-41210 (fuente): Matriz muy porosa. Desgrasantes de pequeño tamaño que forman parte del cuerpo arcilloso. Entre ellos, además de cuarzo y calcita, se utilizó como desgrasante materia orgánica, de la que se pueden ver las improntas. Gran cantidad de foraminíferos. Cerámica poco cocida. Cocción oxidante por fuera y reductora por dentro. (Fig. 8.2.1.1.26.)20x.



FIG. 8.2.1.1.25. Fotografías de foraminiferos en la matriz cerámica de las piezas 40785 y 41268

-41211 (olla): Matriz fina y porosa. Desgrasante de tamaño medio y pequeño, siendo más abundante el desgrasante con formas redondeadas, que el que presenta formas angulosas. Está formado por cuarzo, calcita, mica, materia orgánica grafitizada, carbonatos de neoformación. Cocción oxidante por fuera y por dentro, con zonas reductoras en el interior de la pasta.

-41268 (cuenco): Matriz fina arcillosa. Desgrasante fino rodado, la mayor parte heredado, también hay añadido, formado por cuarzo, calcita, gran cantidad de microfósiles, mica de pequeño tamaño, concreciones de materia orgánica grafitizada. Superficie exterior espatulada, interior alisada. Cocción reductora. (Fig. 8.2.1.1.25.)20x.

-41413 (olla): Matriz arcillosa porosa. Desgrasante, de pequeño tamaño, abundante, formado por cuarzo, microfósiles, carbonatos, materia orgánica grafitizada en la matriz. Se observa una banda fuerte de desferrificación en el interior de la matriz. Superficie alisada. Cocción reductora.

-41422 (cuenco): Matriz fina, desgrasante fino, heredado en su mayor parte, formado por cuarzo, calcita, mica, pelitas, gran cantidad de foraminíferos. Cerámica alisada con la superficie degradada. Cocción oxidante.

-41440 (vaso globular con el labio engrosado): Matriz fina y porosa. Desgrasante fino, de pequeño tamaño rodado, formado por cuarzo, mica, calcita, pelitas, carbonatos de neoformación, impronta vegetal (carbón), presencia de foraminíferos. Superficie alisada. Cocción oxidante.

El estudio óptico de todas las pastas cerámicas ha puesto de manifiesto la existencia de dos tipos de matrices diferentes, uno con abundante presencia de foraminíferos, visibles con facilidad y un segundo tipo carente de ellos.

Una característica interesante de anotar es el hecho de que estas conchas de microorganismos animales aparecen, en la mayoría de las muestras enteras, no habiendo sufrido cambio alguno, ni durante el proceso de preparación de la arcilla, amasado, modelado o cocción, ni con posterioridad, durante la utilización (vg. exposición al fuego), desechado (abandono por fracturación, deposición, etc.) o enterramiento postdeposicional.

### **Microscopio binocular**

El grupo de las cerámicas correspondientes al Bronce Pleno se ha analizado también mediante microscopio binocular para identificar, además, de la microfauna, la microflora que pudiese estar presente en las muestras.

Para la identificación de la microflora hemos procedido a la preparación de muestras, según los métodos habituales en micropaleontología con la preparación de las muestras realizando *frotis* de la cerámica, sobre las que se efectúa el estudio, distinguiendo la presencia de diatomeas y nannoplancton calcáreo.

Por lo que respecta al estudio de la microfauna y microflora presente en estas cerámicas (Tabla 1), aunque no ha sido posible establecer la asociación concreta de foraminíferos planctónicos, hemos podido constatar su presencia o ausencia, y su asociación con nannoplancton, que permita asegurar su pertenencia a la zona del *Discoaster quinquaramus*, adscripción que queda afianzada por la presencia en estas cerámicas de radiolas de erizo, espículas de esponjas y en algún caso de diatomeas.

Si se comparan las especies determinadas en las cerámicas, con las encontradas en las arcillas analizadas, se puede observar como existe similitud entre ellas. La presencia de *Globigerinoides elongatus*, *Globorotalia mediterránea*, *Globorotalia dali* y *Globorotalia suterae*, especies características del Tortoniense y Messiniense, tanto en la cerámica, como en el sedimento arcilloso, es prueba de ello. Así pues el 50% de las vasijas observadas presentan foraminíferos planctónicos, que se asocian a radiolas de erizo en ocho casos y a nannoplancton calcáreo, lo que permite, además, seguir considerando que la mitad de las arcillas utilizadas en la fabricación de las 27 piezas son de origen marino, pero la no determinación de sus especies, su no asociación a nannoplancton o la no determinación de éste, impide por ahora asegurar, con exactitud, si pertenecen a las arcillas de las formaciones muestradas u otras áreas fuente dentro del

Tabla 1. Estudio de microorganismos fósiles presentes en las muestras cerámicas del interior de la cabaña del Bronce Pleno.

Nº muestra	Tipo	Foram.	Radiol.	Lamel.	Diatom.	Nanno.
40673	cuenco	+	+	-	-	-
40786	orza	-	-	-	-	-
40717	cuenco	+	+	-	-	-
41080	olla globular	+	+	-	-	+(1)
41130	olla globular	-	-	-	-	-
41413	olla	+	+	+	-	+(2)
41171	vaso carenado	+	+	-	+	+(2)
40714	orza carenada	-	-	-	nd	nd
41422	cuenco	+	-	-	nd	nd
40643	cuenco grande	+	+	-	-	+(2)
40627	fuelle	+	-	-	-	-
40794	vaso carena alta	+	-	-	-	-
41440	vaso globular	+	-	-	-	-
40805	cuenco	+	-	-	nd	nd
41211	olla	-	-	-	nd	nd
40785	cuenco	+	+	-	-	-
41268	cuenco	+	+	-	-	+(2)
40778	cuenco	-	-	-	-	-
40688	cuenco	-	-	+	-	-
40789	vaso carenado	+	-	-	-	-
40806	vaso perfil en S	-	-	-	-	-
40817	vaso carenado	-	-	-	nd	nd
40702	orza	+	-	-	nd	nd
40672	cuenco	+	-	-	nd	nd
41210	fuelle	+	-	-	nd	nd
40730	vaso carenado	-	-	-	nd	nd
40703	cuenco globular con asa	-	-	-	-	-

**Foram.**= Foraminíferos planctónicos y bentónicos. **Radiol.**= Radiolas de erizo (Equinodermos). **Lamel.**= Restos de conchas de Lamelibranquios. **Diatom.**= Diatomeas. **Nanno.**= Nannoplancton calcáreo.

+: presencia      -: ausencia      nd: no determinado

(1): Eoceno.      (2): Tortoniense superior/Messiniense inferior.

relleno neógeno marino de la Cuenca de Ronda, aunque si es evidente que han sido fabricadas con arcillas próximas al asentamiento.

En el fragmento 40688, perteneciente a un cuenco, sólo se ha observado la presencia de Lamelibranquios, sin que existan otras especies asociadas. Esto indica que la arcilla utilizada en su fabricación procede de una cantera distinta, si bien, como en el caso anterior, su medio de sedimentación es de origen marino.

En el resto de las cerámicas estudiadas no se han detectado especies de microfauna, por lo que hay que pensar que los materiales de fabricación proceden de un área fuente distinta, posiblemente de depósitos de tipo continental.

### 8.2.1.2. Difracción de Rayos X

Muestras correspondientes a la Edad del Cobre

Muestra	Q	Cal	FK	Plag	Fil	Dol	Hem	Geh	DW	Anf.	Pir.	Mag.	Mica
6226	20	1	5	2	72	0	0	t	t				
6273	41	13	6	7	18	0	0	6	9				
6711	26	1	5	2	66	t	0	0	0				
6721	20	10	3	1	66	0	t	0	0				
6743	30	8	4	1	55	0	0	1	1				
6765	20	25	3	2	49	1	t	0	0				
6768	29	2	5	5	56	0	0	t	3				
6770	18	1	2	2	76	1	t	0	0				
6771	22	4	5	2	67	t	t	0	0				
6785	21	20	3	1	53	0	0	1	1				
6787	26	4	3	2	64	t	1	0	0				
6788	38	7	7	4	43	1	0	0	0				
6790	11	6	4	2	76	1	t	0	0				
6795	11	1	3	11	57	0	0	4	5	3	2	3	+
6792	26	3	5	3	62	3	1	0	0				
6829	19	21	9	1	49	1	0	0	0				

Q: cuarzo, cal: calcita, FK: feldespato potásico, Plag: plagioclasas, Fil: filosilicatos, Dol: dolomita, Hem: hematíes, Geh: gehlenita, D+W: diópsido+wollastonita, Anf: anfíbol, Pir: piroxeno, Mag: magnetita, t: trazas.

Los resultados están expresados en tanto por ciento.

El análisis mineralógico realizado por Difracción de Rayos X se ha realizado sobre 16 muestras cerámicas, correspondientes a la fase más antigua de ocupación del asentamiento. En este grupo cerámico hay que señalar la presencia de fases minerales tales como cuarzo (11-41%), calcita (1-25%), feldespato potásico (2-9%), plagioclasas (1-11%), hematíes (0-1%), que aparecen documentados como minerales principales. Por lo que se refiere a los filosilicatos, podemos señalar que los porcentajes van del 18 al 76% (valores que, salvo para la muestra 6273 (18%), nosotros hemos considerado altos y que para los dos casos que sobrepasan el 75%, que se considerarían muy altos). Además de estos minerales, habría que señalar en algunas de las muestras la presencia de dolomita en 6 de las muestras analizadas, documentada a nivel de trazas en tres de las muestras (6711, 6771 y 6787) y en las restantes con valores que van de 1 a 3%. En las que no se documenta este mineral, aparecen fases minerales de alta temperatura, como la gehlenita en 3 de ellas, con porcentajes de 1-6%, además de diópsido+wollastonita que se encuentra en 2 de las muestras, con porcentajes del 1 y 9%. De las muestras estudiadas hay que señalar la número 6795 (Fig. 8.2.1.2.1.), que aparte de presentar un porcentaje más alto de gehlenita (4%), diópsido+wollastonita (5%) y plagioclasas (11%) que las otras

cerámicas, también, hay que destacar la presencia de anfíboles, piroxeno y magnetita, que sólo se documentan en esta muestra, correspondiente a esta época.

#### Muestras correspondientes al Bronce Pleno

Muestra	Q	Cal	FK	Plag	Fil	Dol	Hem	Geh	DW.Anf.	Ol.	Pir.	Mag.	Mica	
2756-4	17	2	0	26	36	0	1	1	1	9	2	1	3	+++
40627	26	1	3	1	69	t	0	0	0					
40643	17	21	3	2	56	0	0	1	0					
40672	18	25	6	0	50	0	0	1	0					
40673	32	3	10	1	54	0	t	0	0					
40688	31	4	5	1	59	t	0	0	0					
40702	28	4	20	2	46	0	0	0	0					
40703	14	t	1	1	84	0	0	0	0					
40714	49	0	14	t	37	0	0	0	0					
40717	33	21	7	3	33	t	3	0	0					
40730	24	2	3	1	70	t	0	0	0					
40778	24	9	3	4	60	0	0	0	0					
40785	19	24	6	3	48	0	0	t	0					
40786	26	2	12	23	27	0	0,5	2	1	3	1	0,5	2	+
40789	29	15	2	3	51	0	0	0	t					
40794	37	6	4	7	43	0	0	1	2					
40805	29	6	8	9	45	0	0	2	1					
40806	14	4	5	1	76	0	0	0	0					
40817	15	7	3	1	74	0	0	0	0					
41080	25	23	2	1	49	0	0	0	0					
41130	27	2	13	1	57	0	0	0	0					
41171	13	8	2	2	75	t	0	0	0					
41210	21	24	3	2	48	2	0	0	0					
41211	31	2	5	3	57	0	0	1	1					
41268	23	20	2	1	53	0	0	0	0					
41413	11	14	0	8	67	0	0	0	0					
41422	19	17	4	2	57	0	t	1	0					
41440	20	2	3	2	73	0	0	0	0					

Q: cuarzo, cal: calcita, FK: feldespato potásico, Plag: plagioclasas, Fil: filosilicatos, Dol: dolomita, Hem: hematíes, Geh: Gehlenita, D+W: diopsido+wollastonita, Anf: anfíbol, Ol: olivino, Pir: piroxeno, Mag: magnetita, t: trazas. Los resultados están expresados en tanto por ciento.

El estudio mineralógico se ha llevado a cabo en un grupo de 28 muestras cerámicas, documentadas en el interior de una cabaña correspondiente a un momento de ocupación fechado en el Bronce Pleno. Hemos constatado la presencia de cuarzo (11-49%), calcita (0-25%), feldespato potásico (0-20%), plagioclasas (0-26%). Los filosilicatos presentan porcentajes del 27 al 84%. En el caso de la calcita hay que señalar que solamente en la muestra 40714, no aparece documentada y en la muestra 40703, sólo se señalan pequeñas cantidades que aparecen reflejadas como trazas. Por lo que se refiere a la dolomita aunque aparece en 6 muestras, en 5 de los casos (40627, 40688, 40717, 40730 y 40778) se refleja solamente como trazas, señalándose su presencia en 1 de las muestras, 41210 (Fig. 8.2.1.2.4.), con un porcentaje del 2%. Los hematíes se señalan en cinco muestras, en dos de ellas como trazas (40673 y 41222) y en la muestra 40717, en donde presenta un porcentaje del 3%, en la 2756-4 (1%) y en la 40786 (0.5%). En lo que se refiere a las fases de alta temperatura, hay que señalar la presencia de trazas de gehlenita en la muestra 40785 y de bajos porcentajes del 1 y 2% en las muestras 2756-4, 40643, 40672, 40786, 40794, 40805 y 41422. En la muestra 40786 (Fig. 8.2.1.2.3.) hay que señalar la presencia de anfíbol, así como olivino, piroxeno, magnetita, mica, y un alto porcentaje de plagioclasas (23%). Estos mismos minerales, también, se encuentran en la muestra 2756-4 (Fig. 8.2.1.2.2.), en la que hay que destacar una

gran cantidad de mica, además, de un 26% de plagioclasa. El diópsido+wollastonita aparece reflejado como trazas sólo en la muestra 40789, y en un porcentaje del 1 y 2% en las muestras 2756-4, 40786, 40794 y 40805.

La presencia en algunas cerámicas de trazas o pequeñas cantidades de dolomita nos lleva a pensar que éstas no sobrepasaron los 700-750°C, además hay que señalar que en otras cerámicas aparecen incipientes fases de alta temperatura (gehlenita, diópsido-wollastonita y plagioclasas), lo que nos lleva a pensar que estas alcanzaron una temperatura de cocción entre 850 y 900° C.

A este grupo de cerámicas se ha realizado también **Agregados Orientados**, pudiendo comprobar como las dos fuentes 40.627 y 41.210 están cocidas a menos temperatura que el resto de las piezas analizadas, ya que puede observarse en ambos casos los picos de esmectita que empiezan a deshidroxilarse a partir de 750° C (Schultz, 1960) (Fig. 8.2.1.2.5.).

El resto de las cerámicas están cocidas a mayor temperatura, pues en los Agregados Orientados, se observa la desaparición de los minerales de la arcilla.

#### Muestras correspondientes al Bronce Final Reciente sin torno

Muestra	Q	Cal	FK	Plag	Fil	Dol	Hem	Geh	DW
2536	41	1	12	3	41	0	t	1	1
2547- 17	16	18	3	2	59	0	0	1	1
2553-5	14	2	3	1	80	t	0	0	0
2562-10	25	18	7	1	49	t	0	0	0
4144	13	5	2	1	79	t	t	0	0
4164	21	1	4	1	72	1	t	0	0
4897	15	1	5	1	77	0	0	t	1
4898	14	7	3	1	74	0	0	0	t
4909-71	24	3	6	2	63	1	1	0	0
4909-78	19	6	3	1	70	0	0	t	1
4909-86	16	8	4	1	70	0	0	t	1
4909-87	11	3	3	2	80	1	t	0	0
4913	28	15	7	2	47	1	t	0	0

Q: cuarzo, cal: calcita, FK: feldespato potásico, Plag: plagioclasas, Fil: filosilicatos, Dol: dolomita, Hem: hematíes, Geh: Gehlenita, D+W: diópsido+wollastonita, t: trazas.

Los resultados están expresados en tanto por ciento.

En el estudio mineralógico de este grupo de cerámicas a mano, correspondientes a los niveles previos a la aparición del torno alfarero, hemos constatado la presencia de cuarzo (11-41%), calcita (0-18%), feldespato potásico (2-12%) y plagioclasas (1-3%). Los filosilicatos aparecen representados con altos porcentajes que van del 41-80%. En el caso de la calcita hay que señalar que los valores van de 1 a 18%, señalándose el porcentaje más alto en dos muestras (2547-17 y 2562-10), en el resto de las cerámicas está representada en porcentajes muy bajos que van del 1 al 8%. Por lo que se refiere a la dolomita aunque aparece en 7 muestras, en 3 de los casos, se refleja solamente como trazas (2555-5, 2562-10 y 4144), señalándose su presencia en 4 de las muestras, en un porcentaje del 1% (4164, 4909-71, 4909-87 y 4913). Los

hematíes aparecen en 6 muestras, en 5 de ellas como trazas (2536, 4144, 4164, 4909-87 y 4913) y en 1, solamente, en un porcentaje del 1% (4909-71). En lo referente a las fases de alta temperatura, hay que señalar la presencia de trazas de gehlenita en 3 de las muestras (4897, 4909-78 y 4909-86) y de bajos porcentajes del 1% en 2 de las muestras (2536 y 2547-17). La presencia de diópsido-wollastonita aparece en 6 muestras; en la 4898 sólo a nivel de trazas, y en el resto, con un 1%, coinciden con las que tienen, también, gehlenita.

#### Muestras correspondientes al Bronce Final Reciente con torno

Muestra	Q	Cal	FK	Plag	Fil	Dol	Hem	Geh	DW
3275	18	21	3	1	54	0	0	2	1
3286-2	19	15	5	2	57	0	t	1	1
3305	45	0	3	1	51	0	0	0	0
3394	16	13	2	8	55	0	t	2	4
3497	19	6	2	1	72	0	0	0	0
3530	37	22	1	1	36	0	0	1	2
4040	19	15	4	2	58	0	0	1	1
4055	25	22	3	1	48	1	0	0	0
4201-51	21	14	1	1	62	0	t	t	1
6375	28	1	10	3	56	0	t	1	1
13001	20	14	1	1	62	0	t	1	1
20027	20	13	5	2	58	0	t	1	1
20211	14	3	3	1	79	0	t	t	t

Q: cuarzo, cal: calcita, FK: feldespato potásico, Plag: plagioclasas, Fil: filosilicatos, Dol: dolomita, Hem: hematíes, Geh: Gehlenita, D+W: diópsido+wollastonita, t: trazas.

Los resultados están expresados en tanto por ciento.

En el estudio mineralógico de este conjunto de cerámicas fabricadas, tanto a mano, como a torno, se refleja la presencia de los mismos minerales mayoritarios que los aparecidos en los demás grupos cerámicos que hemos analizado. Los porcentajes de cuarzo van de 14-45%, los de calcita van de 0 a 22%, los de feldespato potásico de 1-10%, los de plagioclasas de 1-8%. Por lo que se refiere a los filosilicatos, los porcentajes, en la mayor parte de los casos, son altos (36-79%). En este grupo de cerámica, la dolomita está presente sólo en una muestra cerámica (4055), mientras, que en todas las demás se dan fases de alta temperatura, salvo en la muestra 3305 que, además, presenta como característica, su alto contenido en cuarzo (45%) y la total ausencia de calcita y dolomita, lo que puede llevar a señalar que está realizada con una arcilla no calcárea. Por lo que se refiere a los hematíes, en casi en la mitad de los casos no aparecen, y en el resto de las cerámicas se han anotado solamente como trazas. En lo que se refiere a la calcita es interesante destacar que salvo en la muestra 3305 que no se documenta, el porcentaje en las restantes varía de un 1% para la muestra 6375 a un 22% tanto para las muestras 3530 y 4055. La gehlenita no está presente en 3 muestras, estando presente en 10 cerámicas; este mineral aparece como trazas en dos muestras 4201-50 y 20211, y con porcentajes del 1 y 2% en el resto. Por lo que se refiere a la presencia de diópsido-wollastonita, hay que señalar que se documenta en las mismas muestras en las que se documenta también gehlenita.

Muestras correspondientes a la etapa Orientalizante

Muestra	Q	Cal	FK	Plag	Fil	Dol	Hem	Geh	DW	Anf	Pir	Mag	Mica
2021	50	5	12	20	t	0	1	5	7				
3134	15	10	3	2	69	0	0	1	0				
3238	16	23	2	2	55	0	t	1	1				
4024-1	39	7	9	5	36	0	t	2	2				
4024-2	38	17	7	18	t	0	2	4	14				
4027-1	14	4	4	2	74	0	t	1	1				
4102	15	15	2	1	66	0	0	1	0				
4233-1	40	6	16	16	t	0	2	9	11				
4264	18	17	8	3	52	0	0	1	1				
4278-1	50	27	10	4	t	0	0	3	6				
4278-3	29	1	6	9	50	0	0	1	2	1	t	1	+
20030	9	5	16	12	53	0	1	t	3	0	0	1	+
20085	17	3	6	8	58	0	0	1	5	0	1	1	+
40130	15	17	2	1	65	0	t	t	0				

Q: cuarzo, cal: calcita, FK: feldespato potásico, Plag: plagioclasas, Fil: filosilicatos, Dol: dolomita, Hem: hematíes, Geh: Gehlenita, D+W: diopsido+wollastonita, Anf: anfíbol, Pir: piroxeno, Mag: magnetita, t: trazas.

Los resultados están expresados en tanto por ciento.

En el estudio mineralógico de este grupo de cerámicas realizadas a torno se refleja la presencia de los mismos minerales mayoritarios que los aparecidos en los demás grupos cerámicos que hemos analizado. Lo que hay que destacar en estas muestras son los distintos porcentajes de los minerales. El cuarzo presenta porcentajes que van del 9 al 50%, la calcita del 1-27%, el feldespato potásico del 2-16%, las plagioclasas del 1-20%. Los porcentajes de filosilicatos varían con los grupos anteriormente descritos, ya que en 4 casos aparecen solamente como trazas (2021, 4024-2, 4233-1 y 4278-1), mientras que en el resto de las muestras los porcentajes varían del 36 al 74%. La calcita presenta un porcentaje entre el 1 y 27%. En este grupo hay que señalar el porcentaje alto, tanto de feldespato potásico, como de plagioclasas, con respecto a las muestras anteriores. Así mismo, hay que señalar que ninguna de las muestras tiene dolomita y la mayoría tiene cantidades altas de gehlenita (del 1 al 9%), salvo en las muestras 20030 y 40130, en las que sólo se ha podido documentar gehlenita a nivel de trazas. Por lo que se refiere al diópsido-wollastonita, excepto en las muestras 3134, 4102 y 40130 en las que no aparecen, los porcentajes de diópsido-wollastonita son más altos, también, en este grupo (del 1 al 14%). La muestra 4278-3 (Fig. 8.2.1.2.6.), así como la 20030 (Fig. 8.2.1.2.7.) y la 20085 (Fig. 8.2.1.2.8.) presentan en su composición anfíbol, piroxeno, magnetita y mica.

En la tabla de composición mineralógica de este grupo, formado por 46 ánforas de tipología fenicia, se observa la presencia de los mismos minerales mayoritarios que los aparecidos en los demás grupos cerámicos que hemos analizado.

## Muestras correspondientes al grupo de las Ánforas

Muestra	Q	Cal	FK	Plag	Fil	Dol	Hem	Geh	DW
2.203-3	31	5	0	8	49	0	3	2	2
3.001-3	31	7	6	6	40	0	t	7	3
3.023	40	5	10	20	14	0	1	7	3
3.247	28	7	8	9	42	0	2	2	2
4.020-20	42	12	5	13	23	0	t	3	2
4.034	38	14	5	5	36	0	t	t	2
4.059-69	54	10	7	19	t	0	t	6	4
4.071	40	8	9	12	t	0	t	7	15
4.104-32	41	14	12	19	t	0	0	11	3
4.119	42	11	4	9	21	0	0	7	6
4.185-1	29	15	3	2	49	0	t	1	1
4.242-13	43	11	3	10	16	0	2	10	5
4.242-61	37	1	7	11	40	0	0	2	2
4.242-62	45	10	3	8	28	0	0	5	1
4.266-4	40	3	11	29	t	0	0	5	12
4.272	39	17	17	12	t	0	t	12	3
4.310-1	58	10	8	12	t	0	t	7	5
4.334	35	1	11	25	14	0	2	4	8
4.339-5	31	8	4	7	35	0	t	8	7
4.501-5	73	5	t	18	t	0	0	4	t
4.563-2	43	1	4	7	43	0	t	1	1
4.629	34	18	4	1	40	0	t	1	2
4.738	54	9	9	13	t	0	0	12	3
6.549	40	10	6	5	35	0	2	t	2
13.029	40	18	2	2	35	0	0	1	2
13.229	34	13	4	8	33	0	1	5	2
13.243	24	14	2	1	57	0	t	1	1
16.287	54	17	4	9	t	0	0	11	5
20.709	49	17	6	15	t	0	2	15	3
20.825	38	5	5	13	22	0	2	7	8
20.854	32	15	4	12	25	0	0	9	3
20.890	59	7	5	16	t	0	0	2	11
20.894	36	14	3	2	40	0	0	3	2
20.895	43	10	14	16	t	0	t	5	12
20.928	43	21	5	13	t	0	t	10	8
20.942	48	6	7	17	t	0	0	10	12
20.965	37	7	2	9	40	0	t	2	3
20.972	42	2	3	12	28	0	0	10	3
21.263	40	6	2	6	39	0	t	5	2
21.459	48	7	4	9	25	0	t	5	2
21.483	44	7	2	9	26	0	4	5	3
30.310	42	16	7	21	t	0	t	10	4
30.336	40	16	3	9	15	0	0	11	6
30.441	38	16	2	11	19	0	t	7	7
40.126	45	10	2	5	29	0	0	6	3
60.103	42	4	3	3	47	0	0	0	1

Q: cuarzo, cal: calcita, FK: feldespato potásico, Plag: plagioclasas, Fil: filosilicatos, Dol: dolomita, Hem: hematites, Geh: Gehlenita, D+W: diopsido+wollastonita, t: trazas.

Los resultados están expresados en tanto por ciento.

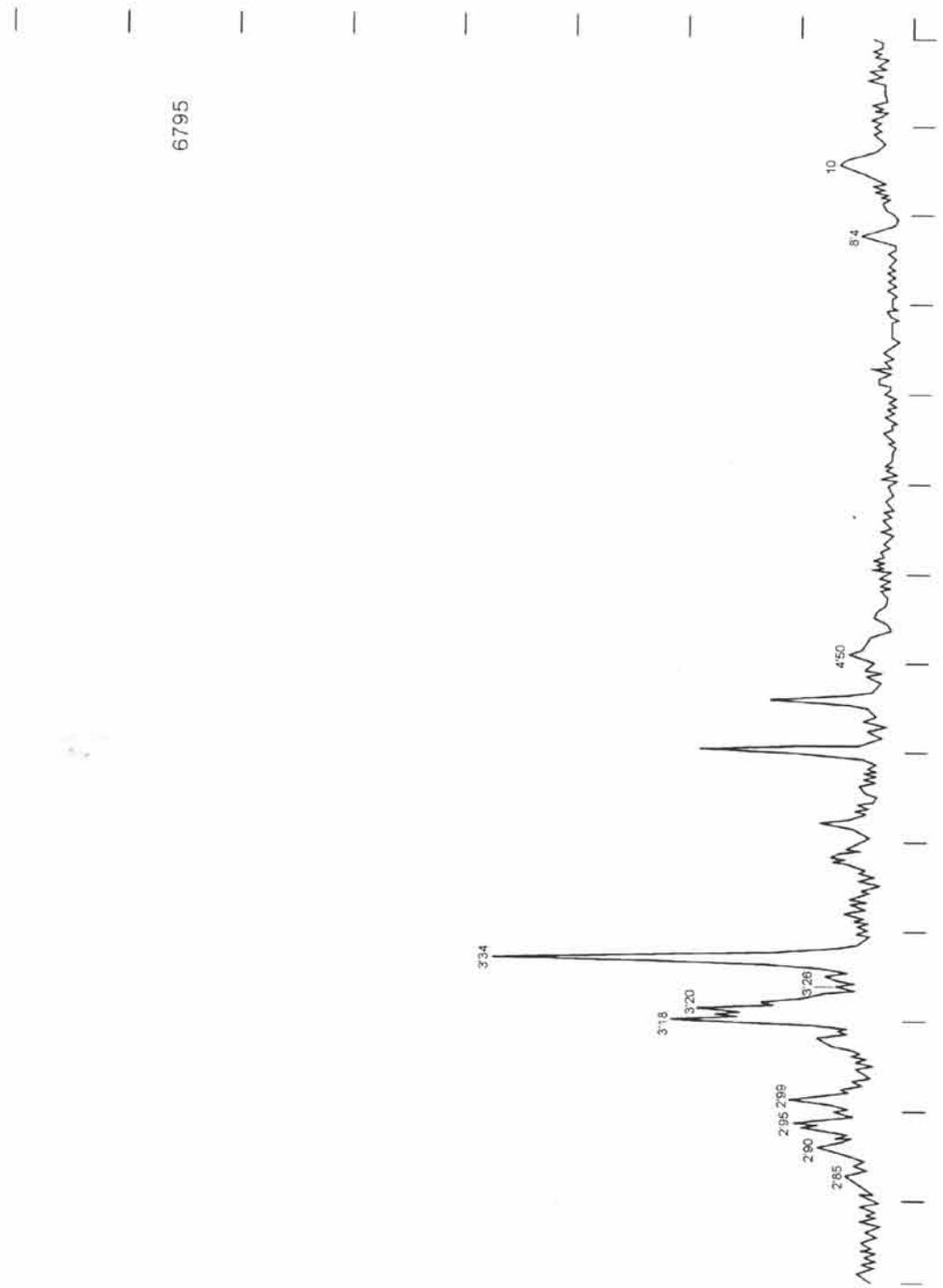


FIG. 8.2.1.2.1. Diagrama de Difracción por Rayos X de la muestra 6795

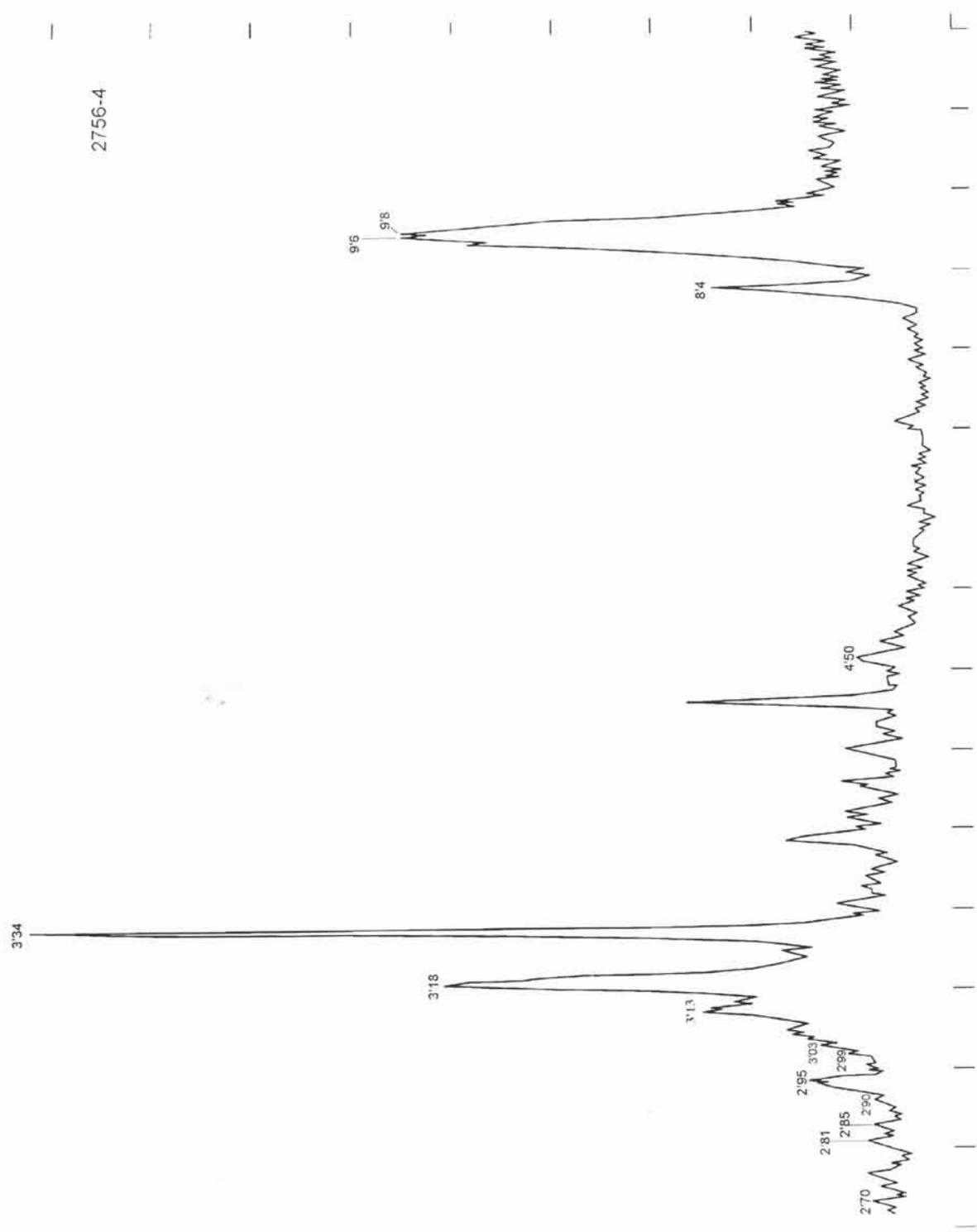


FIG. 8.2.1.2.2. Diagrama de Difracción por Rayos X de la muestra 2756-4

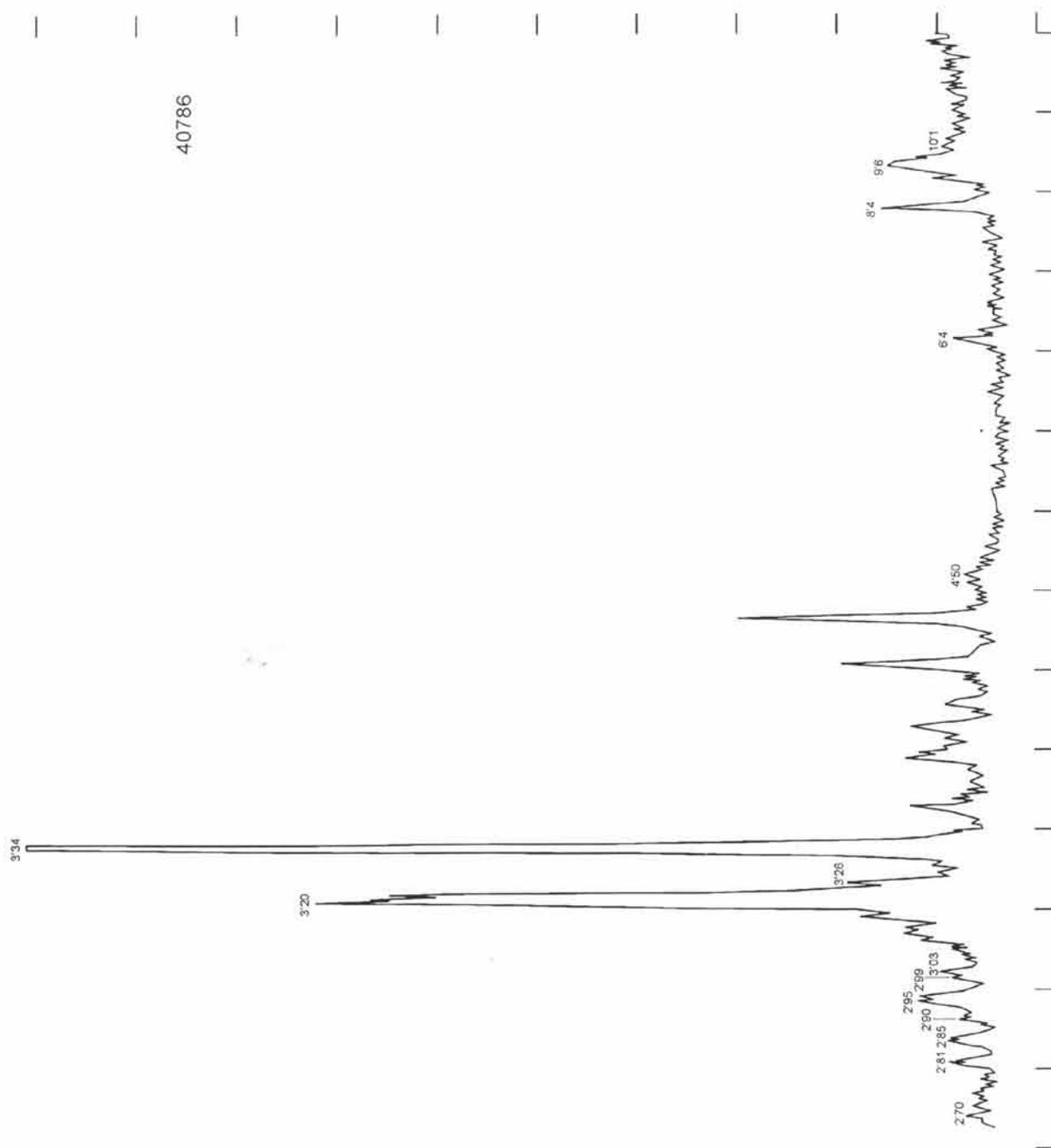


FIG. 8.2.1.2.3. Diagrama de Difracción por Rayos X de la muestra 40786

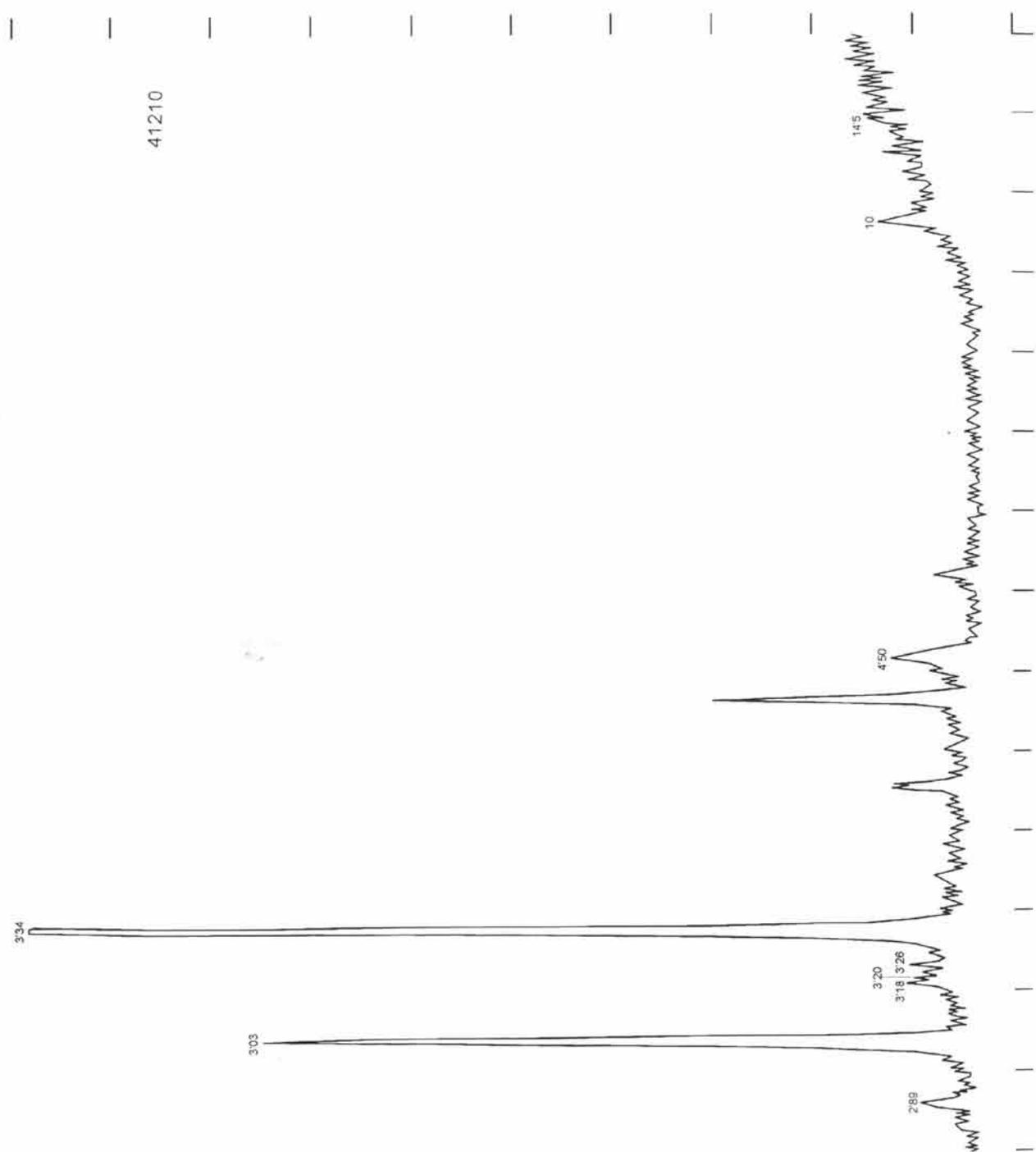


FIG. 8.2.1.2.4. Diagrama de Difracción por Rayos X de la muestra 41210

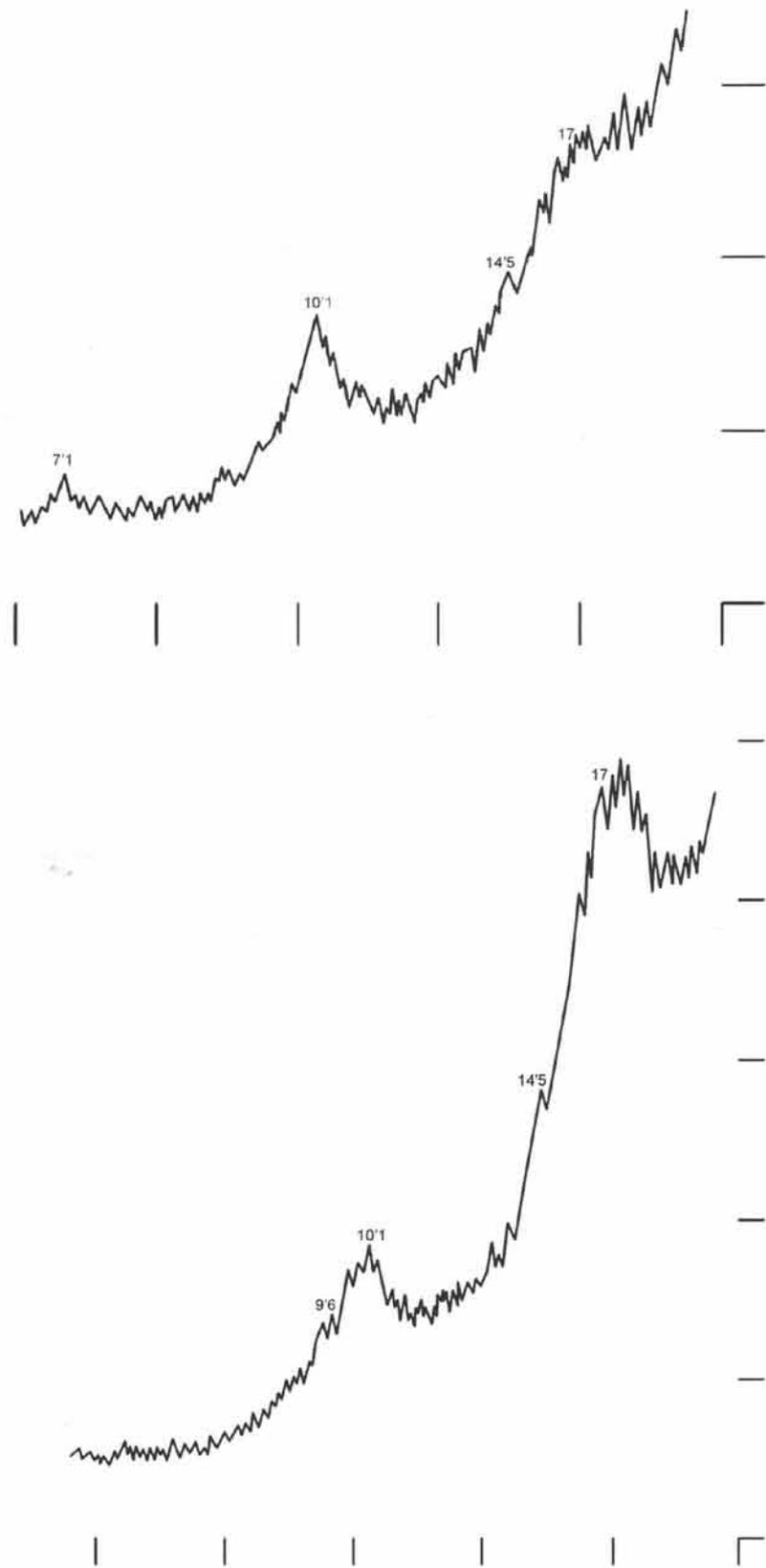


FIG. 8.2.1.2.5. Diagrama de Difracción por Rayos X de agregados orientados de las muestras 40627 y 41210

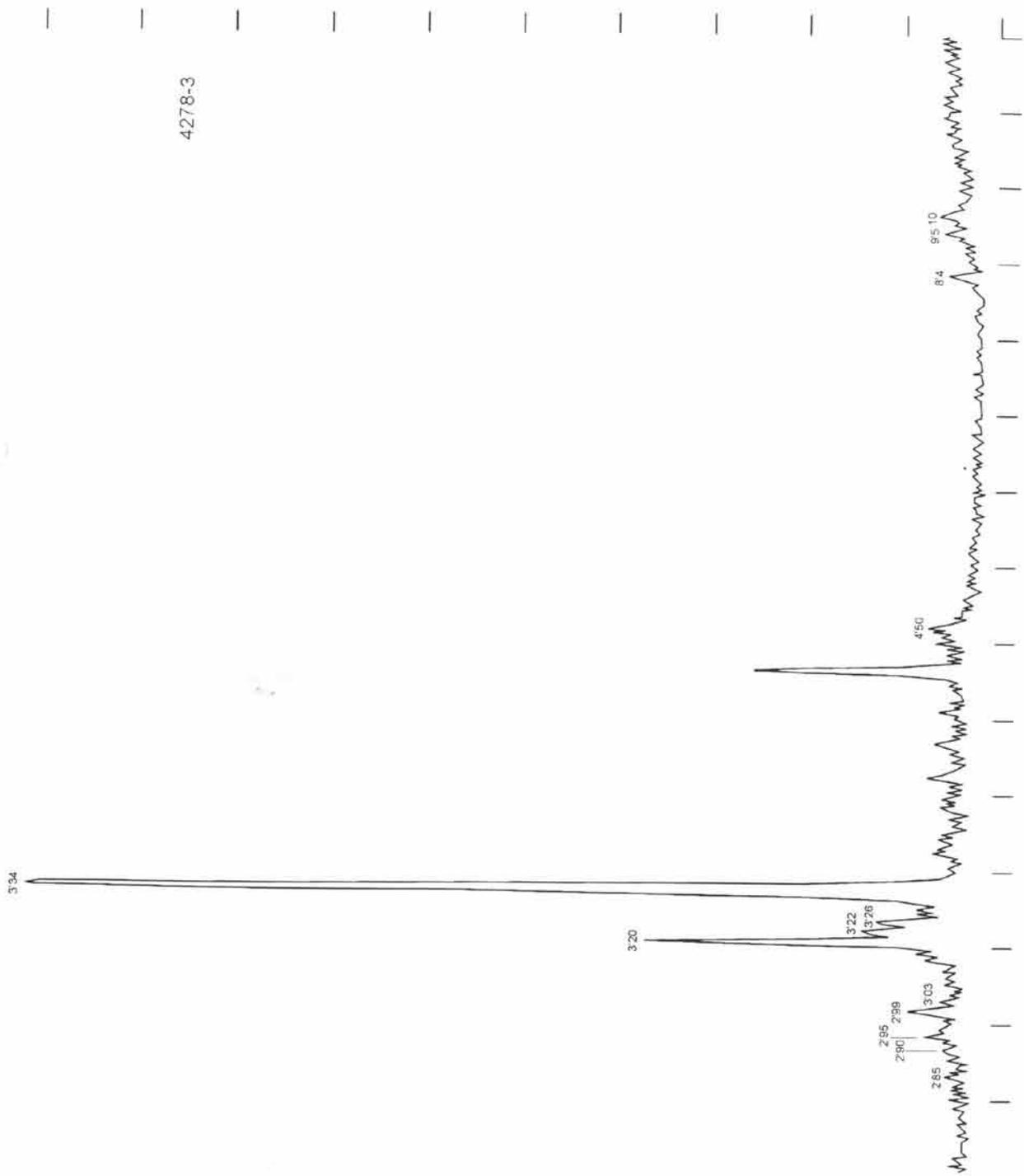


FIG. 8.2.1.2.6. Diagrama de Difracción por Rayos X de la muestra 4278-3

20030

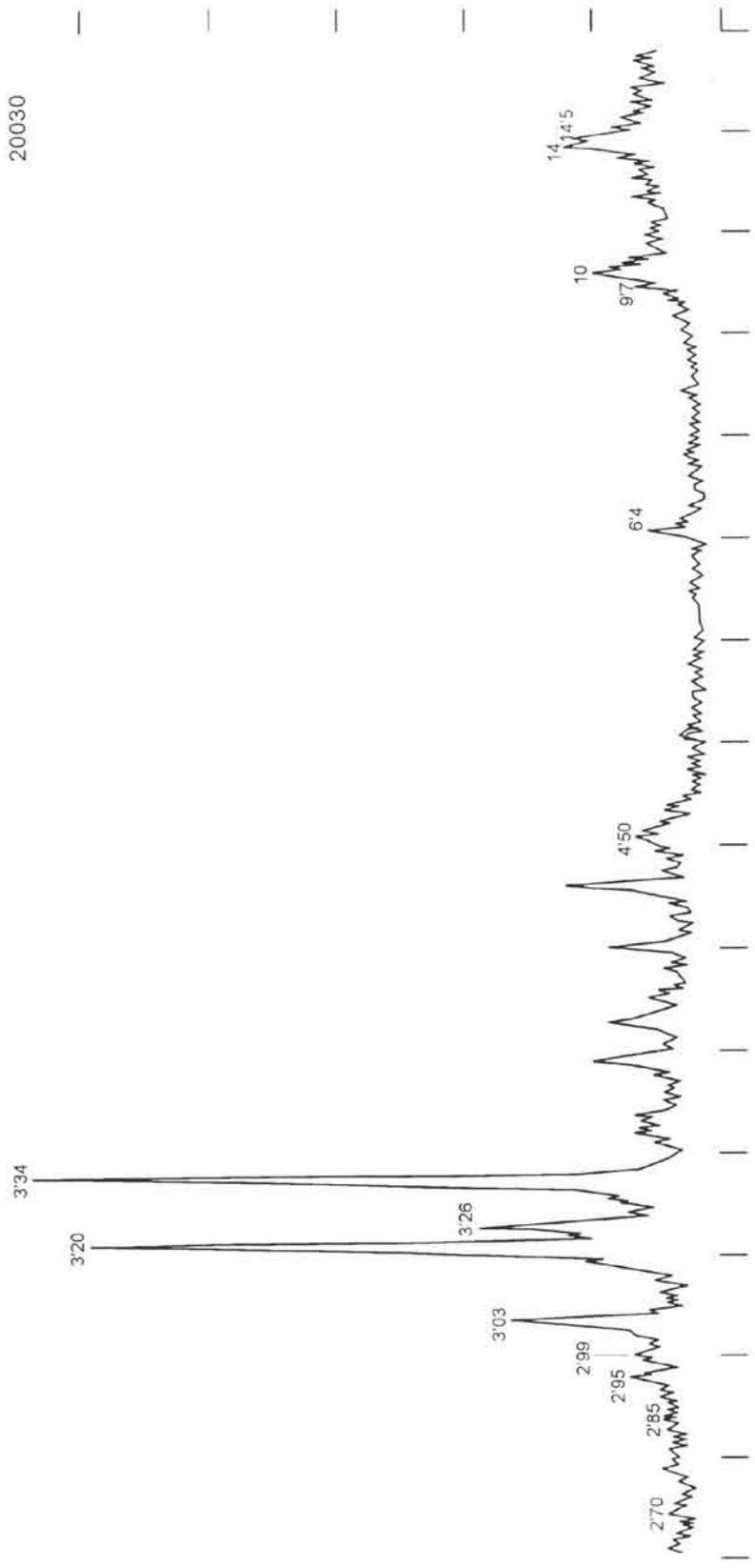


FIG. 8.2.1.2.7. Diagrama de Difracción por Rayos X de la muestra 20030

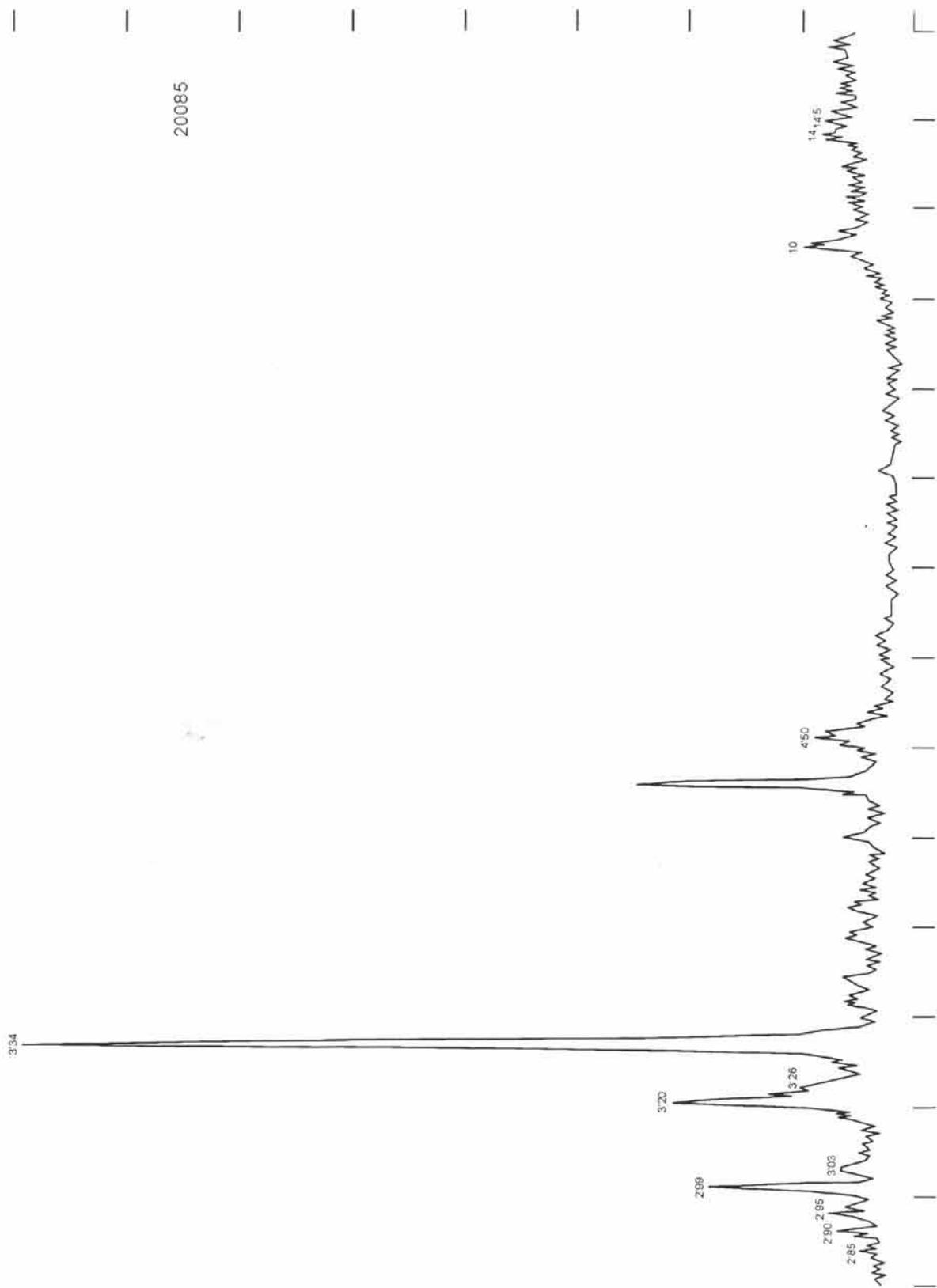


FIG. 8.2.1.2.8. Diagrama de Difracción por Rayos X de la muestra 20085

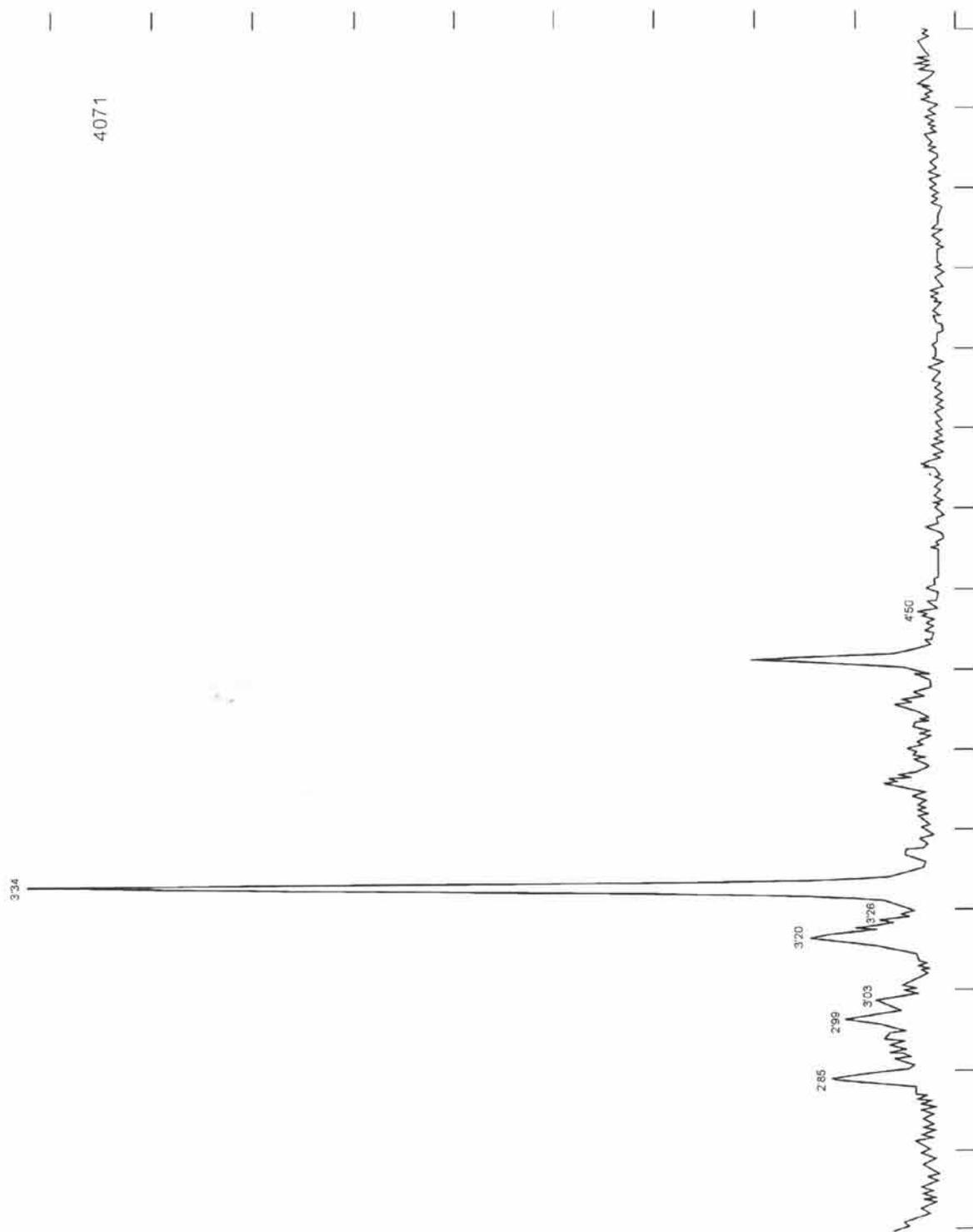


FIG. 8.2.1.2.9. Diagrama de Difracción por Rayos X de la muestra 4071

El cuarzo presenta porcentajes que van del 9-50%, la calcita del 3-17%, el feldespato potásico del 2-22%, las plagioclasas del 1-29%. Los porcentajes de filosilicatos corresponden con los grupos de las cerámicas orientalizantes, ya que en este grupo de las ánforas, también, aparecen como trazas en 15 de las muestras, mientras que en el resto, los porcentajes varían del 14-57%. En el grupo de las ánforas que hay que destacar como los minerales que corresponden a los llamados de alta temperatura (gehlenita, dióxido-wollastonita y plagioclasas) presentan altos porcentajes, en relación con estos mismos materiales que hemos estudiado y que corresponden a etapas más antiguas de ocupación del asentamiento. Ninguna de las muestras tiene dolomita, sin embargo, la calcita tiene un porcentaje que va del 1 al 21% en todas las ánforas, que, además, presentan fases de alta temperatura con porcentajes que van, en el caso de la gehlenita, de trazas al 15%; solamente en la muestra 60103 no aparece gehlenita, aunque sí dióxido-wollastonita. El porcentaje de dióxido-wollastonita va del 1 a 15%. En este grupo hay que señalar el porcentaje alto, tanto de feldespato potásico, como de plagioclasas.

Del análisis mineralógico mediante Difracción de Rayos X del conjunto de muestras estudiado, correspondiente a los distintos momentos de ocupación que se han constatado en la estratigrafía del yacimiento arqueológico de Ronda la Vieja, podemos señalar la presencia de los mismos minerales en casi todas las muestras, lo que si es interesante anotar son los cambios en los porcentajes de cada uno de ellos. Sin embargo, una pequeña muestra de seis fragmentos en los que están representadas todas las épocas, correspondiendo la mayoría a cerámicas groseras y de gran tamaño – excepto un fragmento de una fuente carenada de la Edad del Cobre y un fragmento de plato fuente del Bronce Final, con decoración de retícula bruñida – presentan en su composición mineralógica, un conjunto de minerales, arriba descritos, que las individualizan del resto. Inicialmente esto podría plantear la hipótesis de un material de distinto origen a los demás, y que, de entrada, es fácil señalar como cerámica importada, pero la coexistencia de esos minerales con características comunes a parte del conjunto mayoritario, como son la presencia en algunas de ellas, también, de foraminíferos y de inclusiones heredadas de cuarzos redondeados, nos plantea la hipótesis de que la singularidad de este conjunto, en su totalidad o en parte, pueda deberse a un desgrasante añadido a una arcilla común al conjunto. Para contrastar esta hipótesis, en un sentido o en otro, desgrasante añadido, o vasijas importadas, se ha recurrido al estudio petrológico mediante lámina delgada, que permita identificar si se trata de minerales aislados o forman parte de rocas, y a qué ambiente geológico remiten si son roca. En el estudio de lámina delgada se han incluido dos muestras del conjunto mayoritario, una de ellas correspondiente a una fuente del Bronce Pleno, poco cocida, y la otra, corresponde a un ánfora fabricada a torno y cocida a alta temperatura.

Es interesante tener en cuenta como los minerales de alta temperatura, aunque se documentan, como fases incipientes en algunas de las cerámicas desde las épocas más antiguas, hay que señalar como cambian los porcentajes desde la introducción del torno alfarero, con los cambios en la tecnología de cocción que eso conlleva.

### **8.2.1.3. Lámina delgada**

Del total de las muestras cerámicas estudiadas, para completar el análisis mineralógico, hemos escogido un total de ocho muestras para realizarles lámina delgada, correspondientes a cerámicas de distintas épocas y que presentaban peculiaridades mineralógicas, tanto en la observación con la lupa binocular, como en el análisis mineralógico realizado mediante Difracción de Rayos X.

-6795: en esta lámina delgada se observa abundantes piroxenos poco alterados, que se asocian en ocasiones formando piroxenita, también aparecen plagioclasas y agregados de plagioclasa y cuarzo. Del mismo modo también aparecen

agregados de piroxenos con cristales de plagioclasa intercalados. La plagioclasa presenta maclas polisintéticas y alteraciones por las que se han desarrollado minerales de la arcilla, posiblemente sericita. Se observa mena metálica (probable magnetita). La abundancia y el tipo de piroxenos (piroxenita) y de plagioclasas, además de la alteración sericítica de éstas parece apuntar a la agregación de restos de ofitas, añadidos como desgrasante a la arcilla.(Fig. 8.2.1.3.1.)

-2756-4: Se observa presencia de fragmentos de anfíboles muy alterados, producida por la oxidación que se produce siguiendo los planos de exfoliación por el calentamiento durante la cocción. Estos anfíboles se asocian a plagioclasas y cuarzo formando anfíbolitas. Aparece plagioclasa de origen ígneo, identada con anfíboles. Gran cantidad de biotitas enrojecidas, que han sufrido transformaciones por calentamiento. Algunas de estas biotitas aparecen con pequeños circones. Los fragmentos de roca pertenecen a metabasitas alpujárrides, por la presencia de anfíboles y de plagioclasas, y la abundancia de biotitas de color marrón rojizo con circones, a esquistos alpujárrides.(Fig. 8.2.1.3.2.)

-40786: Gran cantidad de plagioclasas y anfíboles muy alterados por el calor, que podrían proceder de metabasitas Alpujárrides. Cantos de cuarcita metamórfica. La plagioclasa aparece zonada y con maclas polisintéticas, a veces se asocia con cuarzo. Aparecen epidotas, que en algún caso se concentran formando epidotita. Abundante biotita y presencia de mena metálica. Similar a la muestra anterior, aunque con mayor cantidad de plagioclasas, remitiendo también a los mismos tipos de rocas alpujárrides.(Fig. 8.2.1.3.3.)

-41210: Se observan carbonatos procedentes de rocas, además de fragmentos de biocalcarenita. El cuarzo aparece cementado por carbonatos. También se observa gran cantidad de foraminíferos. Esta muestra remite a un ambiente geológico distinto al anterior, próximo a las arcillas marinas de los alrededores del asentamiento, en donde también se han documentado cuarzoes redondeados, foraminíferos y fragmentos de biocalcarenitas.(Fig. 8.2.1.3.4.)

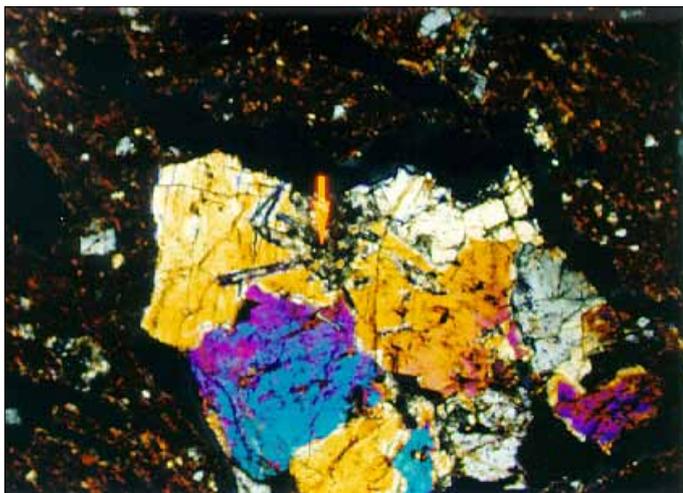
-4278-3: Se observan fragmentos de roca, constituida por piroxenos y plagioclasa con maclas polisintéticas. También puede señalarse la presencia de piroxenita y agregados de cuarzo y plagioclasas. La plagioclasa se encuentra alterada por seritización o por transformación parcial a prehnita (roca triásica de zonas externas). Cantos de cuarzo monominerálicos. Desgrasante añadido tipo ofítico procedente de rocas ígneas triásicas del subbético externo, muy similar a la muestra 6795.(Fig. 8.2.1.3.5.)

-20030: Olivino pseudomorfizado por minerales de la arcilla (iddingsita) y plagioclasas con melanocratos iddingsitizados, los filosilicatos de tipo iddingsítico se desarrollan siguiendo las fisuras de las plagioclasas, por efecto de la cocción. La plagioclasa y el olivino, componen una roca ígnea básica que podría tratarse de un basalto o metabasita (basalto pseudomorfizado). Las plagioclasas aparecen macladas con una clara zonación, estando más alteradas las zonas internas por su mayor contenido en calcio, presencia de algún foraminífero.(Fig. 8.2.1.3.6.)

-20085: piroxeno y biotita muy cocida. Plagioclasa alterada por iddingsita puede ser por tener más calcita que las otras (las plagioclasas con piroxeno siempre es cálcica) en agregados de clinozoita. Hojas de piroxeno con titanio (augita titanífera). Presencia de olivino, epidota incolora y mena de hierro (magnetita) que se transforma en oligisto, alguna macla de piroxeno con anfíbol (horblenda), se observa algún foraminífero. Estas rocas son muy ácidas se trata de fragmentos de rocas subvolcánicas pertenecientes a un sil basáltico jurásico.(Fig. 8.2.1.3.7.)

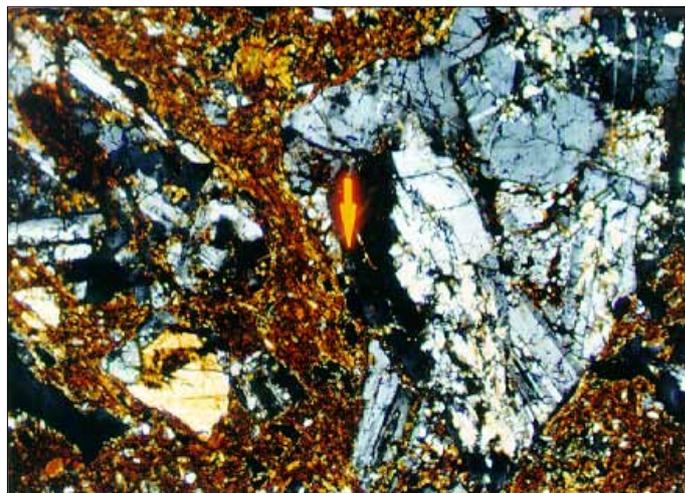
-4071: Cantos redondeados poliminerálicos de cuarzo metamórfico tectonizado y cuarcita que presentan unas aureolas que los envuelven. Esta textura reaccional se produce por la alta temperatura de cocción a la que fue sometida

la cerámica. Cantos de arenisca y de carbonatos que incluyen cristales de cuarzo con bordes de reacción, cristales de plagioclasa ideomorfa de neoformación, algunas presentan claramente maclas polisintéticas, gran cantidad de foraminíferos. Esta muestra es muy similar a la muestra 41210, excepto por las plagioclasas.(Fig. 8.2.1.3.8.) y (Fig. 8.2.1.3.9.).

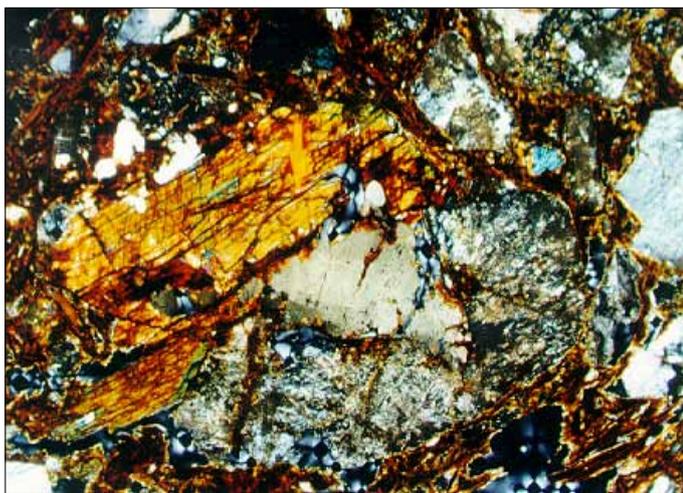


Agregados de piroxeno con cristales de plagioclasas intercalados. 10x con analizador

FIG. 8.2.1.3.1. Fotografía lámina delgada de la pieza 6795

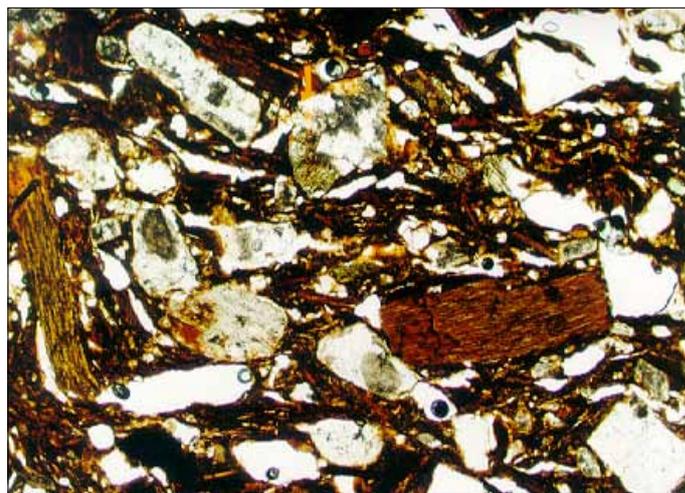


Agregados de plagioclasas con manchas polisintéticas alteradas (phrenita) piroxeno con color de interferencia amarillo, 10x con analizador

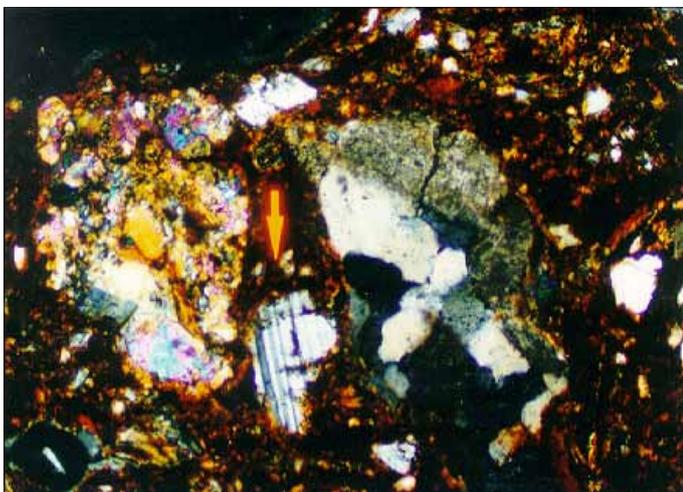


Canto de anfíbol con oxidación en las fisuras y planos de exfoliación 4x con analizador

FIG. 8.2.1.3.2. Fotografía lámina delgada de la pieza 2756-4

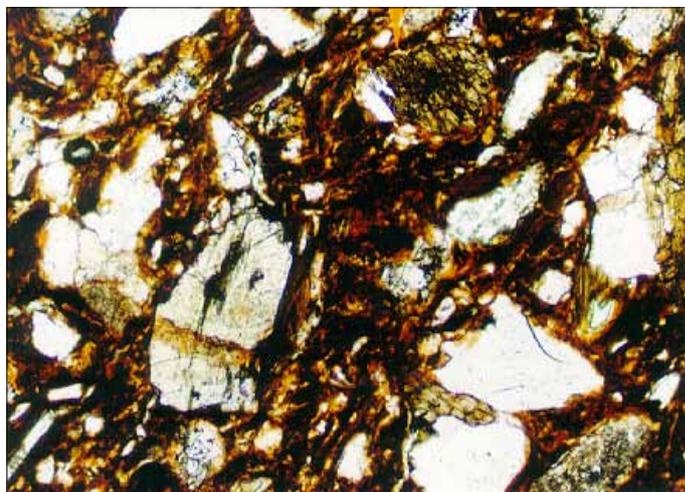


Biotitas, anfíbol verde 4x con analizador

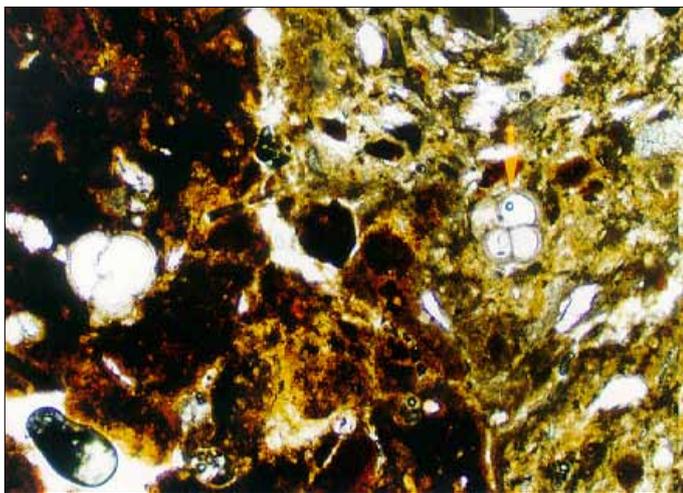


Canto de epidota y plagioclasa con macla polisintética y cuarcita 10x con analizador

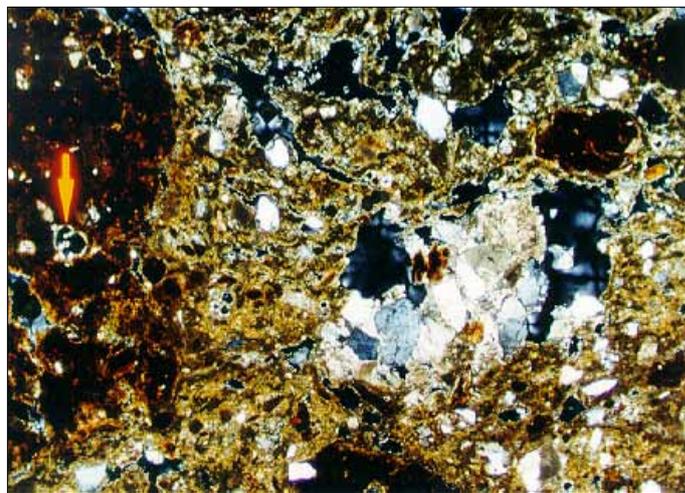
FIG. 8.2.1.3.3. Fotografía lámina delgada de la pieza 40786



Anfíboles 10x sin analizador

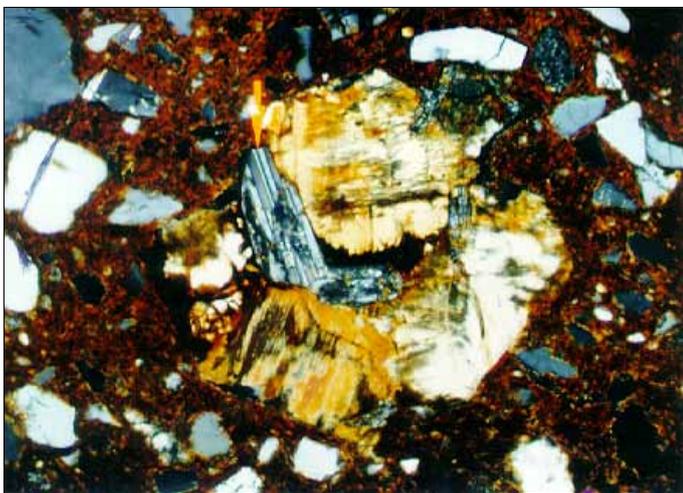


Biocalcarenita y foraminifero 10x sin analizador

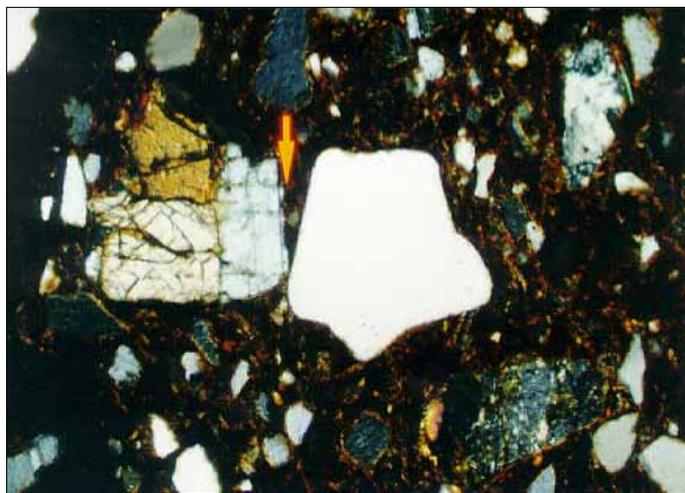


Biocalcarenita y foraminifero 4x con analizador

FIG. 8.2.1.3.4. Fotografía lámina delgada de la pieza 41210

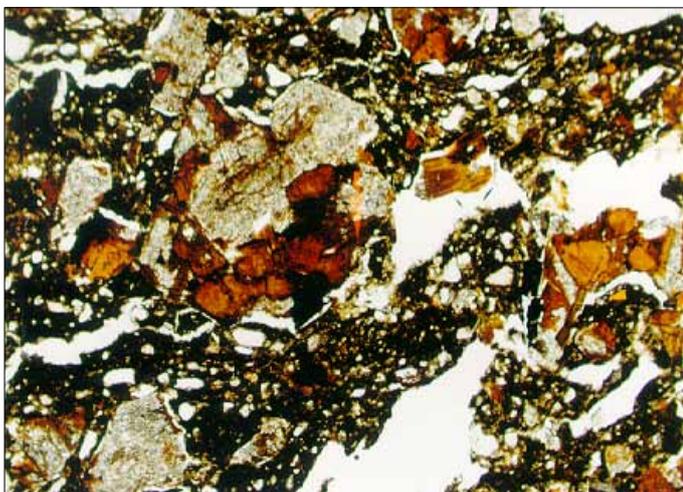


Macla polisintética de plagioclasa con piroxeno 10x con analizador

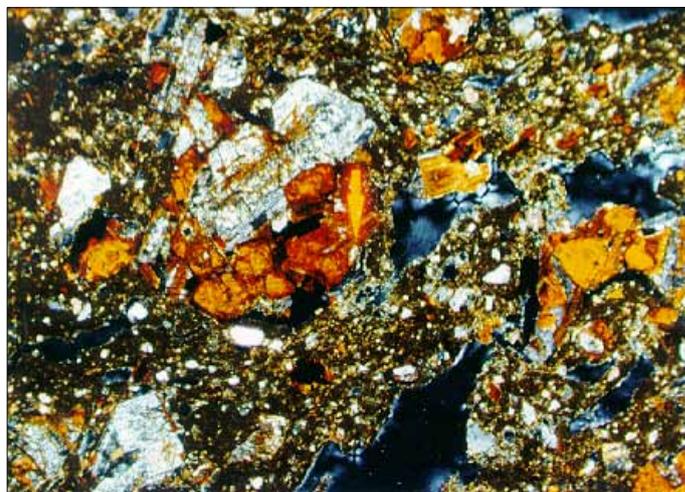


Canto de cuarzo poliminerálico y ofita 10x con analizador

FIG. 8.2.1.3.5. Fotografía lámina delgada de la pieza 4278-3

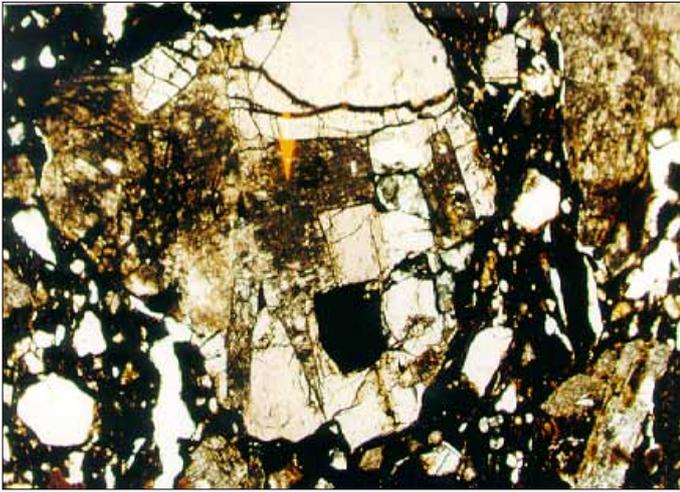


Plagioclasa zonada alterada por iddingsitización 10x sin analizador

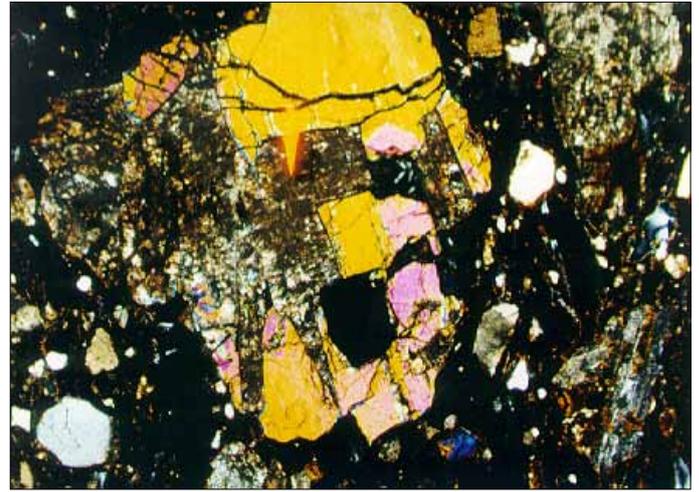


Plagioclasa zonada por iddingsitización 10x con analizador

FIG. 8.2.1.3.6. Fotografía lámina delgada de la pieza 20030

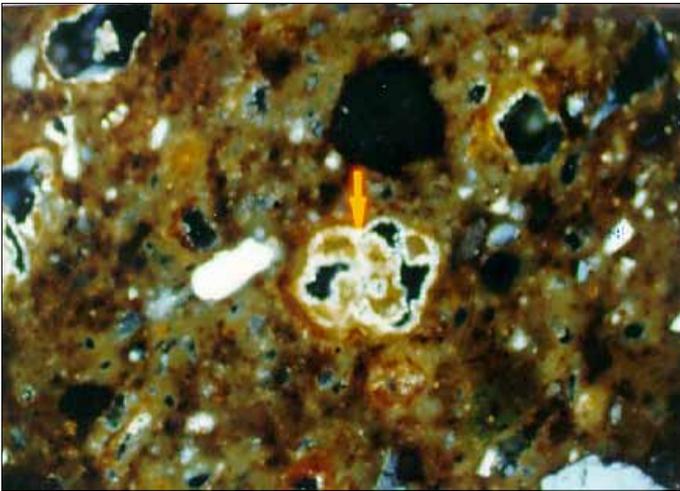


Augita titanífera y plagioclasa 10x sin analizador

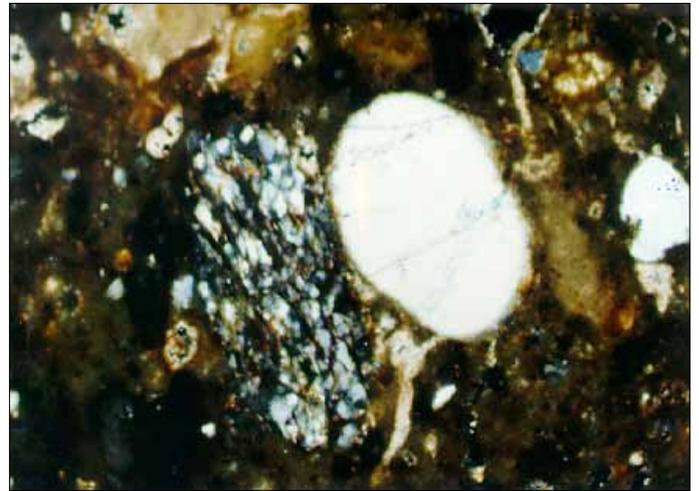


Augita titanífera y plagioclasa 10x con analizador

FIG. 8.2.1.3.7. Fotografía lámina delgada de la pieza 20085

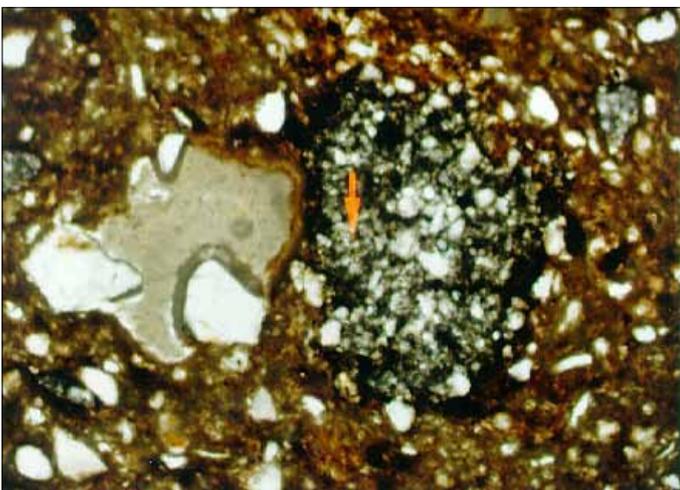


Foraminifero con analizador



Canto rodado de cuarzo y cuarcita con mena metálica y foraminiferos 10x con analizador

FIG. 8.2.1.3.8. Fotografía lámina delgada de la pieza 4071



Canto de arenisca y carbonato con cristales de cuarzo con bordes de reacción 10x con analizador



Plagioclasa y canto de cuarzo con aureola de reacción 10x con analizador

FIG. 8.2.1.3.9. Fotografía lámina delgada de la pieza 4071

## Capítulo 9. ANÁLISIS QUÍMICO DE ARCILLAS Y CERÁMICAS ARQUEOLÓGICAS

Los materiales analizados representan una muestra de cerámicas en las que están presentes todas las épocas, desde la Edad del Cobre, hasta época Orientalizante. Además se analizaron dos cerámicas que no pertenecen al asentamiento de Ronda la Vieja,– la muestra Ro-95-LE (un ánfora encontrada en el casco urbano de Ronda) y la muestra Cartago (un ánfora procedente de Cartago)–. También se analizaron un conjunto de arcillas de la Depresión de Ronda, entre ellas, las inmediatas al asentamiento, estas últimas crudas y cocidas a diferentes temperaturas. La descripción de las muestras y los resultados completos de los análisis se recogen en el Apéndice 1.

Los estadísticos descriptivos de los resultados se describen a continuación:

Tabla 1.

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. tip.	CV %
Li	20.16	200.99	41.90	20.08	47.93
Rb	19.23	228.19	89.04	30.14	33.84
Cs	0.88	11.65	4.46	1.79	40.08
Be	0.96	3.26	2.06	0.43	20.93
Sr	28.76	1011.33	443.60	175.16	39.48
Ba	81.59	1235.59	496.38	208.05	41.91
Sc	5.98	31.87	13.68	3.24	23.70
V	51.98	226.23	114.55	25.28	22.06
Cr	67.01	285.71	109.90	26.11	23.76
Co	3.65	50.85	13.37	6.93	51.82
Ni	20.96	147.95	55.03	18.37	33.39
Cu	10.22	91.95	30.51	12.39	40.60
Zn	36.71	1758.10	127.38	162.90	127.88
Ga	7.40	29.00	17.69	4.20	23.77
Y	10.48	33.11	17.96	4.13	23.00
Nb	3.39	22.81	12.43	3.20	25.75
Ta	0.21	1.63	1.04	0.25	23.79
Zr	28.51	134.82	71.62	22.15	30.92
Hf	1.00	3.82	1.99	0.63	31.58
Mo	0.25	5.79	1.63	1.00	61.67
Sn	1.64	6.22	2.75	0.73	26.52
Tl	0.03	5.44	0.41	0.53	128.04
Pb	11.99	834.31	27.59	78.90	285.98
U	0.41	3.93	1.77	0.65	36.79
Th	5.08	17.76	9.91	2.86	28.88
La	14.30	57.83	34.99	7.99	22.83
Ce	21.30	121.53	68.09	17.48	25.67
Pr	3.21	13.94	7.98	2.02	25.27
Nd	11.91	53.15	30.27	7.77	25.68
Sm	2.69	12.51	5.32	1.40	26.23
Eu	0.55	3.11	1.18	0.33	27.90
Gd	2.15	9.76	4.67	1.22	26.19
Tb	0.31	1.70	0.64	0.20	30.57
Dy	1.88	8.19	3.32	0.88	26.66
Ho	0.39	1.52	0.68	0.18	26.60
Er	1.03	3.33	1.72	0.47	27.04
Tm	0.15	0.47	0.26	0.07	27.66
Yb	0.97	3.02	1.65	0.47	28.40
Lu	0.13	0.42	0.24	0.06	26.96

Los valores medios encontrados, si se comparan por los valores tabulados por Kabata y Pendias (1992) para diferentes tipos de rocas, son siempre compatibles con el fondo geoquímico esperable en el entorno del yacimiento arqueológico, con una litología dominada por rocas arcillosas, calizas, areniscas, y, en menor proporción, rocas ultramáficas y máficas. Los elementos que presentan valores ligeramente bajos en relación a los sedimentos arcillosos, son el Rb, Cu, U, Sn, Zr, y Hf, así como los lantánidos pesados (desde el Tb al Lu); y pueden justificarse por la relativa escasez de estos elementos en calizas, areniscas y rocas ultramáficas.

La dispersión relativa expresada por el coeficiente de variación es muy elevada para el Zn, Pb y Tl. Esto es debido a los valores anormalmente altos de estos elementos en una sola muestra, la 41080, una olla globular perteneciente al Bronce Pleno que, por otra parte, presenta la mineralogía y microfósiles propios de una arcilla del Mioceno, por lo que la anomalía podría achacarse a una contaminación accidental de las materias primas, tal vez con sulfuros. En el resto de los elementos los coeficientes de variación están comprendidos entre el 22 y el 62 %. Las tierras raras (La-Lu) tienen unos coeficientes de variación muy parecidos, entre el 22 y el 30 %.

Los histogramas de frecuencia de los elementos se recogen en la figura 1. Puede comprobarse una asimetría positiva claramente detectable para algunos elementos, tales como, Cu, Ga, Zr, Hf, Er, Tm, Yb y Lu. Por otro lado hay una bimodalidad clara en los elementos Sr, Ba y Th. Los materiales bajos en Sr podrían tener una componente importante en su composición bien de materiales procedentes de rocas máficas o ultramáficas, o bien de areniscas. Por lo que se refiere al Ba, podría aducirse la misma razón que para el Sr, sin embargo, la mayor parte de las muestras que tienen contenidos bajos son arcillas muestreadas en torno al yacimiento –las muestras A y RA–, que poseen contenidos en Ba cercanos a 200 ppm, aunque el recorrido normal recogido por Kabata y Pendias (1992) para sedimentos arcillosos es de 500-800 ppm, por lo que hay que aceptar que se trata de una anomalía local propia de este conjunto de muestras. El Th, por otro lado, puede ser relativamente alto en los materiales aportados por rocas máficas.

La observación de los datos estandarizados (Apéndice 3) permite identificar aquellas muestras que son anormalmente altas en algún elemento en el contexto del conjunto muestral. Se consideran valores altos aquellos que están a más de dos desviaciones típicas de la media. A continuación se relacionan las muestras identificadas y los elementos en los que muestran valores anormalmente altos.

2536	Nb, Zr, Hf, La, Ce, Pr, Nd, Gd, Tb, Yb, Lu
4264	Ba, Sn
4909-86	Be, Ni, Cu,
4909-87	Be, Nb, Tl, Zr, Hf
6226	Ba, V
6375	Co, Nb, Zr, Hf, La, Ce, Pr, Nd, Gd, Eu, Er, Tm, Lu
6768	Y, Nb, Tl, Zr, Hf, Th, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm Yb, Lu
6770	Be, Zn, Nb, Zr, Hf, Th, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd
6785	Zn, Ga, La, Ce, Pr, Nd, Gd
6795	Sc, V, Cr, Co, Ni
20030	Zr,
40673	La

40702 La  
40806 Cr, Co, Ni, Y, Mo, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu  
41080 Cs, Zn, Tl, Pb  
A-1 Mo, U  
A-4 Li, Rb, Cs, Be, Ba, V, Ni, Sn, U, Th  
A-5 Li, Rb, Cs, Sn, Th  
A-6 Li, Rb, Cs, Sc, Cr, Ni, Cu, Ga, Sn, Th  
A-10 Li, Be, Sr, Co, Ni, Ga, Y, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu  
A-11 Ru, Cs, Be, V, Cu, Lu  
4334 Ni  
4339-5 Cs  
RA-010-800 Mo, U  
RA-010-850 Mo, U  
RA-010-900 Mo, U

Aunque imperfectamente, se pueden apreciar determinadas pautas que se repiten. Así por ejemplo la aparición del triplete Cr, Co, Ni en algunas muestras; los valores altos en Zr y Hf van acompañados con frecuencia de valores altos para las tierras raras etc.. Las muestras A1 a A11 son arcillas del entorno del yacimiento que aparecen como sistemáticamente altas en Li, Rb y Cs. La muestra RA-010 después de cocerse a 800, 850 y 900°C muestra siempre una anomalía sistemática en Mo y U, lo que demuestra la repetibilidad del método analítico.

Las muestras que presentan contenidos anormalmente bajos (dos desviaciones típicas por debajo de la media) son las siguientes:

4055 Tl  
40786 Cs, Nb, Tl  
41130 Rb  
A-9 Sr, Nb, Tl, U, La y Ce  
A-12 Rb, Be, Sr, Sc, V, Ga, Nb, Tl, U, La, Ce, Pr, Nd, Gd

Las muestras con anomalías bajas son mucho menos abundantes que las que muestran anomalías altas, lo que es una consecuencia del frecuente sesgo positivo de las distribuciones de frecuencia que se han comentado más arriba. Llama la atención la repetida aparición del Tl como elemento deficitario (4 de 5 casos en total). También es de resaltar que las muestras A-9 y A-12 que son arcillas del entorno del asentamiento son deficitarias en tierras raras, mientras que otras arcillas del entorno muestran anomalías altas en tierras raras; en consecuencia se puede concluir que las tierras raras pueden presentar una variabilidad muy alta dentro de un entorno geográfico muy restringido.

En el Apéndice 3 se representan de forma gráfica los contenidos en metales de cada muestra. Los datos se han estandarizado para cada variable a media 0 y varianza 1. El entorno de  $\pm 2$  desviaciones típicas se representa con 2 líneas grises paralelas al eje de las x, con lo que es fácil detectar de forma visual la presencia de valores anormalmente bajos o altos. Puede apreciarse que en algunos casos las anomalías alcanzan valores superiores a 5 e incluso 10 desviaciones típicas por encima del valor medio (ej. muestra 41.080). (Una primera impresión que se recoge de la observación de los diagramas es la alta variabilidad de las muestras cerámicas de las etapas más antiguas y la relativa homogeneidad de

las muestras del periodo orientalizante).

Con objeto de observar las relaciones que existen entre los distintos metales se prepararon diagramas de dispersión a partir de los datos estandarizados. Se espera así poder poner de manifiesto la posible presencia de relaciones no lineales que no serían detectables por el coeficiente de correlación de Pearson.

Los diagramas de dispersión se recogen en el Apéndice 2.

En estos diagramas se puede apreciar, por ejemplo, la escasa relación que existe entre Sr, Ba y el resto de los elementos analizados. Por otro lado, la alta correlación existente entre el Y y las tierras raras (a partir del Tb). También hay una correlación apreciable del Th con las tierras raras, sin embargo, no hay relación entre éstas y el U. Cuando no existe correlación o es baja, los puntos se disponen, generalmente, en forma de nubes más o menos informes, pero puede haber una agrupación de puntos en clusters (ej. Sr-Ba). Hay casos, también, en que los puntos están agrupados claramente en nubes elongadas que demostrarían un grado de correlación apreciable si se estudian separadamente. Tal es el caso por ejemplo del diagrama de dispersión del Nb frente al Ta, o del Zr frente al Ta, de los que se da una versión ampliada en la Fig. 2. y Fig. 3.. La correlación Nb-Ta es evidentemente muy alta si se consideran los 2 clusters por separado. Este tipo de información no se puede obtener de otro modo que por observación directa de los diagramas de dispersión.

La presencia de clusters indicaría que existen, en algunos casos, varias leyes de relación entre los componentes, que reflejarían la presencia de litologías o fondos geoquímicos distintos en las muestras estudiadas, o en los desgrasantes añadidos a las mismas. La agrupación de las muestras, de acuerdo con su contenido en metales, será objeto de un análisis de cluster que se discutirá más adelante. No puede apreciarse, por otro lado, la presencia de relaciones claras de tipo curvilíneo, que serían otro caso de aparente falta de relación no detectable en una matriz de correlación lineal.

Para dar una descripción simplificada de las relaciones entre las variables medidas se ha procedido a efectuar un análisis de Factores en modo R con rotación varimax. Se puede comprobar que el primer factor recoge casi todas la varianza de los datos (Tabla 2.). El resto de los factores tienen una varianza explicada muy parecida (en torno al 10 %).

Factor 1: Tierras raras, Y, Nb, Hf, Cu, Rb, Sn

Factor 2: Ta, Nb. Tierras raras de la primera serie. El Nb participa de los factores 1 y 2

Factor 3: Cr, V, Sc y Ni (elementos de transición)

Factor 4: Rb, Cs y Li (metales alcalinos)

Factor 5: Pb, Zn y Tl (calcófilos)

Factor 6: U, Mo, Sr y Ba. (alcalinotérreos y U)

Hay variables que comparten carga entre los factores 1 y 2: La, Ce, Th

Los variables del factor 3 también comparten cargas con el factor 1

El Cs que pertenece al factor 4, también tiene carga en el factor 1

El factor 5 es muy independiente de los demás (los elementos que lo representan no presentan una carga apreciable en el resto de los factores).

En la selección del número de factores a extraer se aplicó el criterio de que los autovalores asociados fueran mayores que la unidad, lo que implica que cualquier factor adicional llevaría consigo menos varianza explicada que una variable

aislada. En conjunto, la imagen que se obtiene del análisis de factores es que la complejidad de los datos no es muy elevada ya que bastan sólo 6 factores para explicar la mayor parte (el 88 %) de la varianza de los datos.

Las tierras raras van asociadas generalmente a fases minerales minoritarias, fosfatos y algunas rocas arcillosas (Kabata y Pendias 1992). Los elementos de transición, asociados al segundo y tercer factor, aparecen generalmente ocupando posiciones octaédricas en los silicatos y pueden ser especialmente ricos en los que son propios de las rocas máficas y ultramáficas. Los metales alcalinos que aparecen en el Factor 4 pueden ir asociados a ciertos filosilicatos, especialmente las micas, y, también, a las posiciones de cambio catiónico de los filosilicatos de la arcilla. Pb y Zn, que aparecen en el Factor 5, son elementos muy abundantes y aunque aparecen con frecuencia como sulfuros, también pueden estar presentes, como componentes menores en una amplia gama de minerales formadores de rocas (Adriano, 1986). Se ha intentado estudiar la relación existente entre dichos factores, con la mineralogía de los materiales obtenida por DRX. Para ello se incluyeron los variables mineralógicas (porcentajes de cuarzo, calcita, dolomita, feldespato potásico, plagioclasas, filosilicatos, hematites etc.), junto con los elementos traza y se sometieron de nuevo al análisis de Factores en modo R. La estructura de factores no se distorsiona de forma notable con la introducción de las nuevas variables; pero para nuestra sorpresa, las variables mineralógicas quedan todas sin excepción asociadas en un nuevo factor y no muestran cargas apreciables en los demás (a excepción del cuarzo que muestra una carga negativa aunque pequeña en un factor que asocia al Cu y Zn con cargas positivas). Por este motivo no ha sido posible establecer ninguna relación valiosa por esta vía; posiblemente por 2 motivos: el primero es la incertidumbre asociada a la cuantificación de los minerales por Rayos X; el segundo es que sólo se determinaron las fases minerales mayores, que pueden no ser las principales fuentes de la variación de los elementos traza en las muestras ya que pueden ir ligados a multitud de componentes minoritarios no cuantificados.



Tabla 9.2. Matriz de cargas VARIMAX

Variable	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Comun.
Tb	0.966	0.057	0.132	0.168	0.034	0.011	0.854
Eu	0.959	0.010	0.073	0.161	-0.012	-0.041	0.900
Ho	0.958	0.063	0.213	0.128	0.043	0.035	0.910
Dy	0.955	0.035	0.166	0.182	0.019	0.058	0.860
Gd	0.940	0.214	0.121	0.179	0.028	-0.065	0.678
Er	0.938	0.120	0.261	0.057	0.050	-0.006	0.413
Sm	0.936	0.163	0.065	0.246	0.001	-0.042	0.832
Tm	0.924	0.145	0.282	0.012	0.054	-0.025	0.878
Yb	0.924	0.156	0.279	-0.012	0.071	-0.021	0.874
Y	0.920	0.087	0.260	0.096	0.051	0.108	0.879
Lu	0.910	0.167	0.290	-0.016	0.076	-0.024	0.788
Nd	0.876	0.387	0.086	0.198	0.004	-0.101	0.682
Pr	0.833	0.480	0.099	0.142	0.007	-0.153	0.975
Hf	0.817	0.365	0.186	-0.299	0.052	-0.042	0.903
Zr	0.777	0.383	0.185	-0.332	0.043	0.037	0.945
Co	0.759	-0.167	0.435	0.287	0.033	-0.046	0.919
Ga	0.758	0.378	0.349	0.218	0.006	-0.125	0.726
Ce	0.744	0.567	0.133	0.141	0.014	-0.188	0.899
La	0.709	0.642	0.103	0.090	0.006	-0.130	0.930
Be	0.702	0.335	0.307	0.398	0.048	0.004	0.696
Th	0.674	0.529	0.197	0.197	0.029	-0.295	0.702
Ta	0.228	0.759	0.011	0.166	-0.103	0.245	0.983
Nb	0.652	0.685	0.104	-0.113	-0.014	0.013	0.986
U	-0.040	0.396	0.063	0.348	-0.116	0.742	0.849
Cr	0.282	0.076	0.881	0.088	0.020	0.067	0.900
V	0.544	0.233	0.707	0.067	0.030	0.152	0.951

Sc	0.567	0.165	0.661	0.211	-0.012	-0.049	0.947
Ni	0.398	-0.160	0.635	0.443	0.021	0.064	0.977
Cu	0.611	0.067	0.453	0.263	0.111	-0.135	0.974
Rb	0.069	0.169	0.191	0.908	0.022	0.067	0.969
Cs	0.153	0.264	0.227	0.740	0.459	0.077	0.953
Li	0.521	-0.200	0.057	0.687	-0.005	0.260	0.981
Sn	0.535	0.288	0.347	0.408	0.017	-0.214	0.983
Pb	-0.029	-0.045	-0.035	0.000	0.991	0.014	0.978
Zn	0.068	-0.026	0.035	-0.024	0.984	-0.023	0.987
Tl	0.131	-0.032	0.042	0.200	0.960	-0.031	0.969
Mo	0.164	0.055	0.126	-0.004	-0.072	0.803	0.957
Sr	-0.151	-0.164	-0.255	0.122	-0.002	0.740	0.960
Ba	0.133	0.022	-0.094	0.056	-0.086	-0.613	0.947
Var.exp.	46.09	9.51	9.46	8.66	8.12	6.61	
Var.exp.ac.	46.09	55.60	65.06	73.72	81.84	88.45	

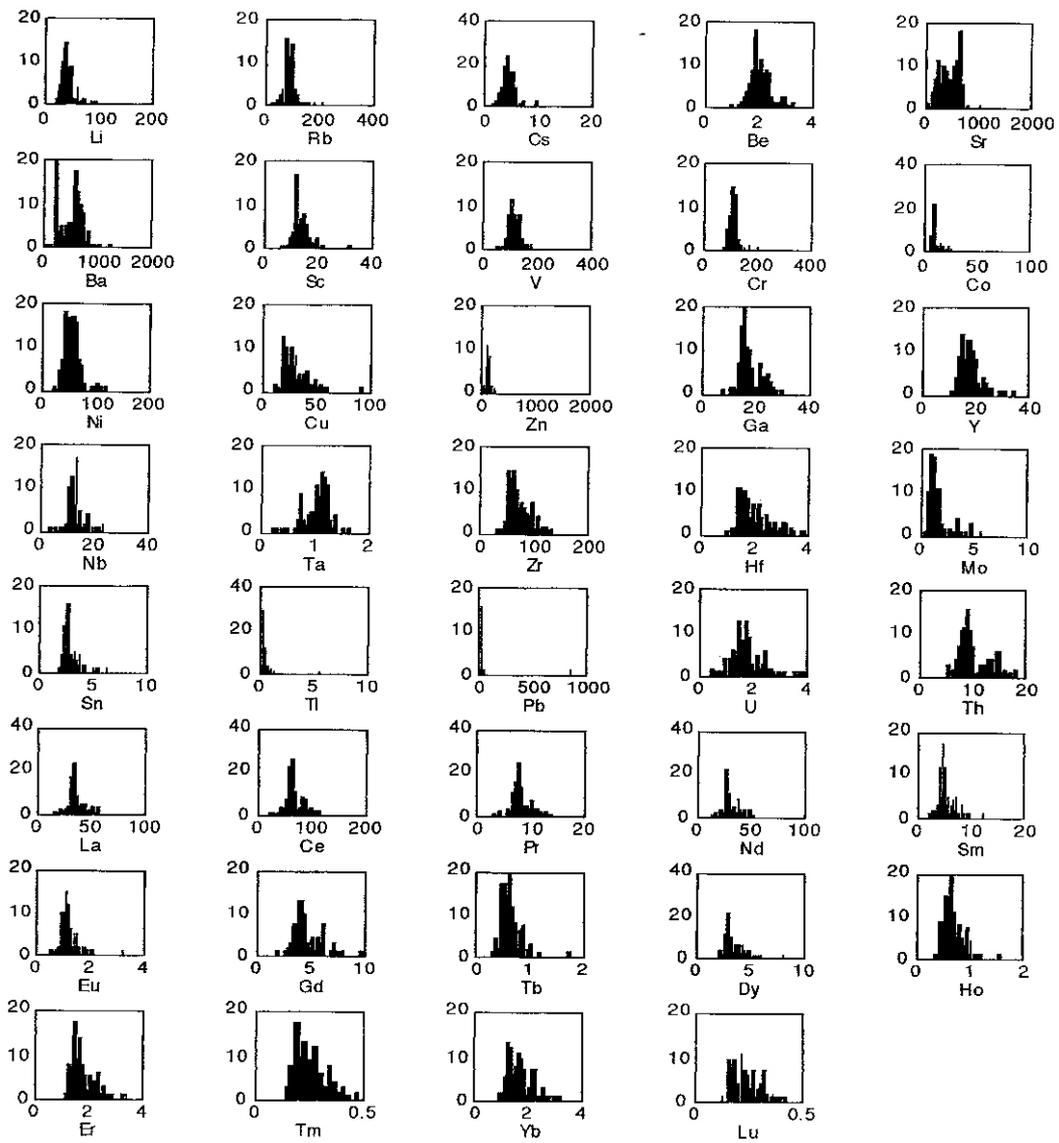


Fig. 1. Histogramas de frecuencia de los metales

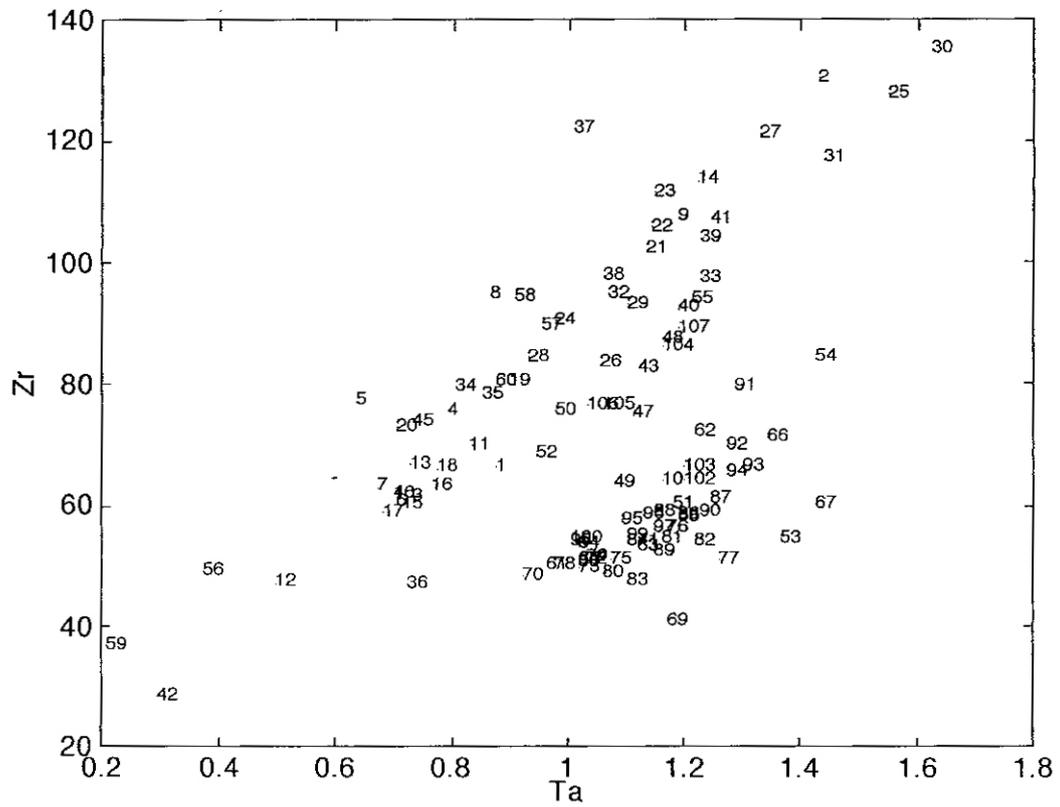
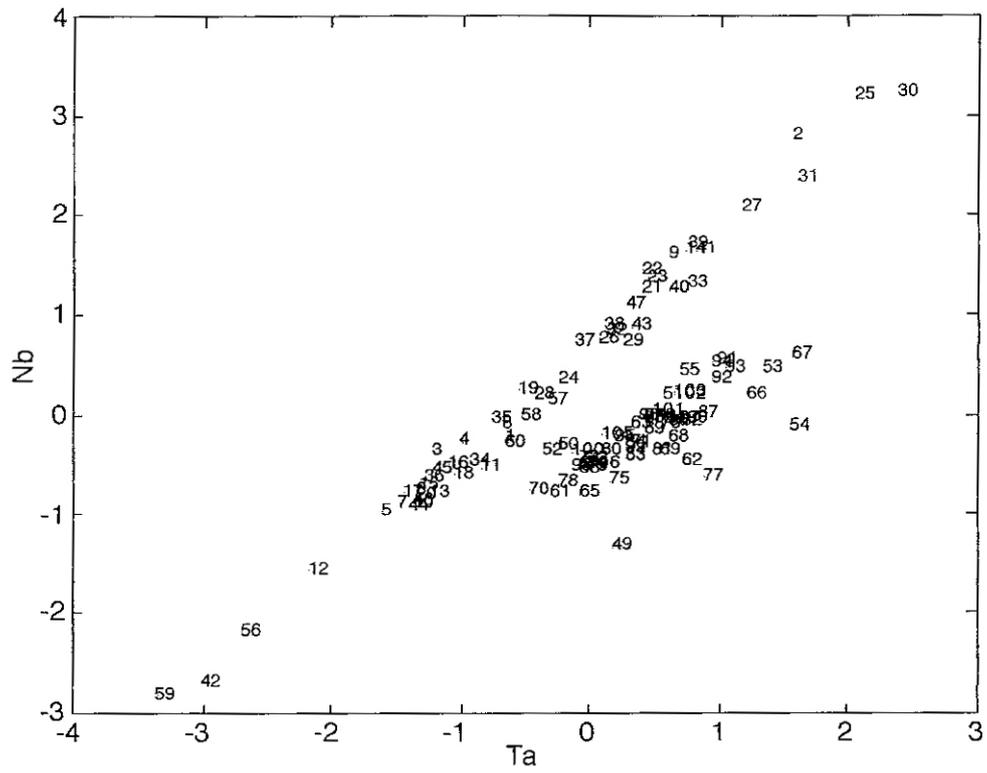


Fig. 2. Diagrama de dispersión del Nb vs Ta (arriba). Diagrama de dispersión del Zr vs Ta (abajo)

## Capítulo 10. CAPTACIÓN Y AREAS FUENTE DE LAS ARCILLAS Y DESGRASANTES EMPLEADOS EN LA ALFARERÍA

### 10.1. Modelo teórico para la interpretación de los resultados arqueométricos

No es habitual, por no decir excepcional, encontrar modelos teóricos en los que se puedan encuadrar los resultados analíticos de la Arqueometría de cerámicas arqueológicas y poder, así, dar sentido al paso de la descripción a la interpretación, ya sea en el marco de la producción alfarera en su conjunto, o en algún aspecto concreto de la misma, procedencia de la materia prima, tecnología de cocción, etc.

Cuando esos modelos han sido abordados, lo han sido para producciones, donde la alfarería es ya una artesanía, con talleres bien establecidos y productos estandarizados. Así los modelos más elaborados podemos encontrarlos aplicados a la alfarería antigua y medieval, como una orientación tradicional, el de C. Renfrew (1977), o arqueométrico, M. Picon (1973, 1984), entre otros, con un reflejo en la arqueología peninsular el modelo de J. Buxeda (Buxeda et alii, 1995), recogido por M. A. Cau en su tesis doctoral en 1997, o empleados para producciones prehispánicas de mesoamérica, como los de R. L. Bishop y H. Neff (1987) o P. C. Weigand, G. Harbottle y E. V. Sayre (1977), junto con algunos otros.

En los estudios arqueométricos centrados en la pre y protohistoria no existen modelos que integren, de manera adecuada, los resultados con las interpretaciones arqueológicas de los mismos, por lo que nosotros intentaremos tomar de los estudios de Arqueometría sobre la antigüedad o época medieval en Europa, los conceptos básicos y su articulación teórica para aplicarlos a nuestros resultados analíticos. En concreto, el modelo expuesto por M. Picon y M. Le Miere (1987) y el de J. Buxeda, M. A. Cau, J. M. Gurt, C. Planas y F. Tuset, (1988) aplicado al estudio arqueométrico de cerámicas comunes de época romana.

En nuestro caso, se trata de un conjunto cerámico, fechado en épocas más antiguas a las que se refieren estos modelos, adaptándolos a planteamientos más generales que reflejen una producción alfarera como sería la pre y protohistórica, menos centrada en la determinación de talleres o “fabricas”, propias ya de una producción artesanal, que no sería, en nuestro caso, hasta la etapa más reciente a la que nos referimos, como es la orientalizante, por eso hemos tomado los conceptos más relacionados con la determinación amplia de las áreas fuente de las materias primas, en base a los análisis químicos tratados estadísticamente mediante análisis cluster, a través de  $\text{CHI}^2$ , de 39 elementos químicos minoritarios y análisis discriminante de estos mismos datos, respecto a varias clasificaciones o agrupaciones “a priori”, tomando como base la naturaleza de la materias primas y muestras, tecnología de fabricación, cronología o formas cerámicas.

El establecimiento de las semejanzas y de las diferencias de composición juegan un papel fundamental para establecer grupos monogénicos o poligénicos a partir de las cerámicas arqueológicas de origen desconocido.

Sería un **grupo monogénico** el conjunto de cerámicas arqueológicas que reúnen las producidas a partir de una misma materia prima arcillosa.

**Grupo poligénico** sería aquel en el que se reúnen cerámicas arqueológicas realizadas con arcillas diferentes (desde el punto de vista químico).

Junto a las cerámicas arqueológicas, se analizan referencias localizadas, consistentes en arcillas de origen conocido, componiendo una red de referencia que incluye diferentes puntos de muestreo que representan las diferentes potencialidades de materias primas clasificadas por su origen geológico en la región donde se encuentra el origen buscado de las cerámicas arqueológicas.

Red concentrada de referencias localizadas, formada por el conjunto de puntos de muestreo que parecen tener “a priori” una mayor probabilidad de ser el origen de la materia prima utilizada. Esos puntos han sido escogidos por los datos geológicos, etnográficos y arqueológicos, relativos a toda la zona estudiada, y en función de la distancia a la de aparición de la muestra arqueológica (el asentamiento) o de accesibilidad por la exposición superficial de la materia prima.

Naturalmente, esta red de muestreo localizado dará lugar a una zona de incertidumbre que estará constituida por el resto del área de exposición de las mismas arcillas en el área de referencia local.

En otros modelos, cuando son conocidos talleres de determinadas producciones cerámicas externas al área de estudio, se considera como zona de conjunción el área de probable procedencia de esas producciones, que en nuestro caso al tratarse de conjuntos prehistóricos y protohistóricos no existen determinaciones geoquímicas comparables, que permitieran conocer zonas de conjunción para aquellas producciones no locales.

## **10.2. Interpretación de los resultados del tratamiento estadístico de los datos del análisis químico**

Los resultados alcanzados a través de la aplicación de los anteriores conceptos siempre constituyen una aproximación probabilística compuesta. Se van a constituir grupos mixtos formados por referencias localizadas (arcillas) y cerámicas arqueológicas de origen desconocido que muestren composiciones químicas próximas las unas a las otras. El mayor grado de proximidad se denominará grupo mixto, seguramente monogénico, mientras que una menor proximidad se denominará grupo mixto probablemente monogénico. En ambos casos, la mayor o menor probabilidad de origen tendrá que ser sometida a criterios de validación no químicos. La diferencia de composición, marcará la constitución de grupos poligénicos.

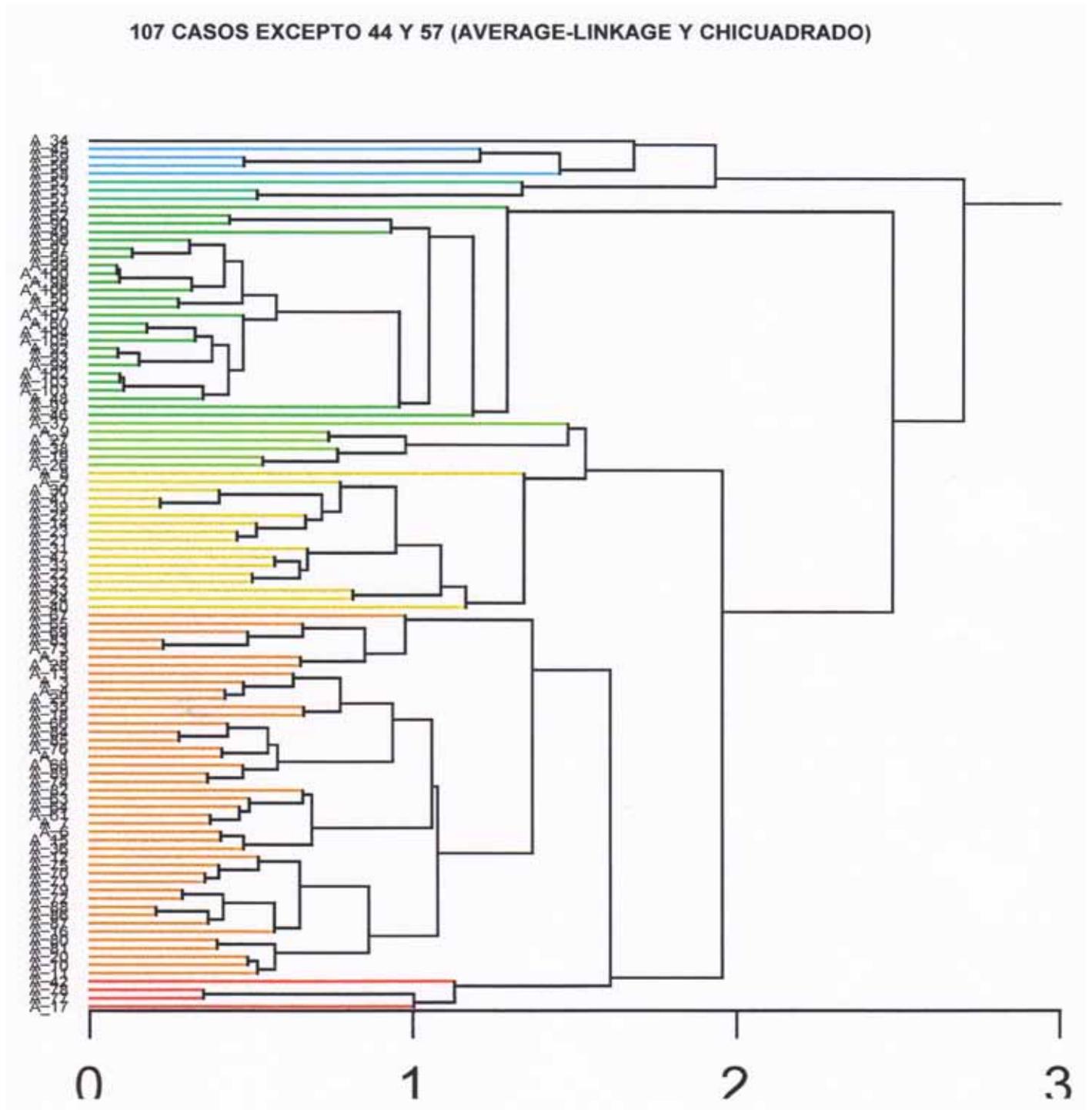
Los criterios de validación de la formación de grupos, están constituidos por las probabilidades “a priori” que son el conjunto de razones previas al análisis químico (tipología, estudio óptico, mineralógico) que permiten asignar un origen probable en la zona considerada del conjunto cerámico de origen desconocido. Además de los criterios de validación propiamente dichos, que son todas aquellas características distintas a las de composición, que las referencias ubicadas y las cerámicas arqueológicas tienen en común y que contribuyen a la validación del carácter monogénico o poligénico de los grupos establecidos (Picon, 1993).

Las probabilidades, a priori, de la asignación de la muestra cerámica bajo estudio a un tipo de arcilla local estaba ligada a la observación en lupa binocular y a la lectura de los resultados de la Difracción de Rayos X, aplicados, tanto a la muestra cerámica, como a estas arcillas y al resto de las arcillas muestreadas. La presencia de microfauna fósil, restos de equinodermos y espículas, común a un numeroso grupo de cerámicas, en especial, las fabricadas a torno y a las arcillas miocenas (subyacentes a las calizas de algas, sobre las que se ubica el asentamiento de Ronda la Vieja), y la homogeneidad en la naturaleza (cuarzo), morfología de los desgrasantes, heredados (granos redondeados) o añadidos, excepto un reducido grupo de cerámicas, hechas todas a mano, que mostraban en lupa binocular restos de minerales y rocas, al parecer añadidas, aunque algunas de ellas contenían, además, foraminíferos y cuarzos redondeados. En cuanto a la Difracción de Rayos X, hay que señalar la gran homogeneidad en la composición mineralógica de la

muestra estudiada –con excepción del grupo de cerámicas, ya señalado, que presenta una mineralogía distinta (anfíbol, piroxeno, etc)–, en la que se encuentran presentes algunos minerales primarios de la arcilla, como cuarzo, filosilicatos, dolomita, etc; sin embargo, como hemos visto, la mayoría de las muestras presentan fases de alta temperatura, lo que hace que no sean comparables con la arcilla sin cocer, aunque puede comprobarse que la mayor parte de las arcillas con las que se fabricaron las cerámicas arqueológicas eran calcáreas.

### 10.2.1. Resultados del Análisis cluster

El cluster refleja un conjunto mixto compuesto por cuatro grupos coloreados en la figura en naranja, rojo, amarillo y verde claro, separados por distancias inferiores a 1.5.



De entre esos cuatro grupos el más numeroso y homogéneo (naranja), ya que presenta una distancia máxima entre sus componentes inferior a 1, está compuesta por Ic (individuo cerámico) (Buxeda et alii, 1995) que están, mayoritariamente, fabricados a torno (39), frente a un reducido número (5), fabricados a mano, que se sitúan en el extremo, próximo al grupo amarillo. En el amplio conjunto fabricado a torno se incluyen, tanto ánforas, como otros tipos formales de vasijas realizadas a torno: soportes con decoración polícroma, quemaperfumes de cerámica gris, urnas policromas, platos de cerámica gris y de barniz rojo, pithoi con decoración pintada geométrica polícroma o decoración pintada zoomorfa, representando el conjunto de formas más habituales del conjunto orientalizante. Las escasas cerámicas a mano incluyen fragmentos cerámicos en los que encontramos de los niveles correspondientes a la Edad del Cobre (3), incluyendo un fragmento con decoración campaniforme puntillada, y de época Orientalizante (2).

El segundo grupo (rojo), más próximo en distancia al anterior, está constituido por sólo cuatro Ic: tres a torno, dos ánforas, aparecidas en excavación muy próximas y de una misma cronología, y un plato de barniz rojo de labio engrosado, junto a un fragmento de una vasija de almacenamiento u orza del Bronce Pleno, pero que por mineralogía y petrología contiene desgrasantes añadidos de rocas y minerales metamórficos alpujárrides.

Los otros dos grupos (amarillo y verde claro) tienen una distancia por encima de 1, están formados por un grupo más numeroso (17) y otro más reducido (6), ambos constituidos únicamente por fragmentos de cerámica fabricada a mano, estando representados, en el más numeroso, fragmentos de todas las épocas muestreadas y con vasijas de formas muy variadas: fuentes, ollas, cuenco, escudilla, soporte, estando también representados fragmentos decorados con motivos geométricos esgrafiado, bruñido o tipo “boquique”.

El grupo más reducido está formado sólo por fragmentos del Bronce Final y Orientalizante, de formas variadas y algunos decorados, uno con motivos de boquique y otro un fondo de ónfalo. Entre ellos se incluyen dos fragmentos de ollas que por mineralogía y petrología contienen desgrasantes añadidos de rocas de tipo ofítico.

Por tanto, el conjunto formado por estos cuatro grupos, incluyen todas las cerámicas arqueológicas a torno o a mano de todas las épocas y con todas las formas, tratamientos y decoraciones presentes en la muestra. Tan sólo cuatro fragmentos quedan fuera de este conjunto mixto.

El grupo más próximo al conjunto mixto (verde medio), aunque ya a una distancia de 2.5, con respecto al conjunto anterior, es un grupo muy homogéneo en la mayor parte de sus elementos, con uniones muy cercanas en similaridad, agrupándose en serie de tres, que tienen las distancias más bajas de todo el cluster. Estos tríos corresponden a las muestras de arcillas miocenas recogidas en las proximidades del asentamiento de Ronda la Vieja, agrupando también las mismas muestras cocidas en laboratorio a 800, 850 y 900° C. Las arcillas correspondientes crudas se agrupan a mayor distancia que las cocidas, lo que indica que la cocción en laboratorio produce un cambio en la constitución química de las arcillas, a la vez que parece homogeneizar las mismas arcillas al cocerlas a las temperaturas reseñadas. Las referencias localizadas (Picon–Le Miere, 1987) constituidas por las arcillas miocenas crudas, próximas a la Mesa de Ronda la Vieja y la de la Silla del Moro tienen un origen común, siendo depósitos de arcillas marinas de edad Tortoniense–Messiniense, localizadas en posición primaria, por lo que su alto grado de similaridad está plenamente justificada. Junto a ellas se agrupan tres fragmentos de ánforas, una de Ronda la Vieja y otras dos referencias de yacimientos diferentes (el casco histórico de la ciudad de Ronda y Cartago). Además se agrupa una muestra de arcilla de una edad y contexto geológico muy diferente a las miocenas, aunque es la más diferente de todos los elementos que constituyen el grupo por su altura de disimilaridad, al igual que un Ic., fabricado a mano del Bronce Final.

Los restantes dos grupos están formados por los conjuntos poco numerosos de individuos (3 y 4), formados por el resto

de las arcillas muestreadas de la Depresión de Ronda, de origen y edad diversa, más un fragmento de una olla, hecha a mano del Bronce Pleno.

Estos grupos marginales, más un fragmento cerámico a mano, correspondiente a una fuente del Cobre, con desgrasantes añadidos de roca tipo ofítico, se unen entre ellos a distancia de 2, para unirse con las arcillas miocenas a una distancia superior a 2.5.

Por tanto, podría decirse que en el cluster pueden diferenciarse varios grupos. Un primer grupo mixto, compuesto por cuatro conjuntos, todos cerámicos que podría considerarse monogénico. Un segundo grupo muy homogéneo y claramente monogénico, pues incluye todas las referencias localizadas de arcillas miocenas. Un tercer grupo, formado por dos grupos de arcillas muestreadas, no miocenas y dos fragmentos cerámicos marginales que constituyen un grupo mixto, con seguridad poligénico, al incluir referencias ubicadas de arcillas poligénicas y cerámicas.

La relación de menor distancias en los dos primeros grupos, cerámicas de origen desconocido y referencias localizadas, arcillas de origen mioceno, nos permite proponer que se trata de un grupo mixto, seguramente monogénico, ya que contamos con una serie de criterios de validación, que trataremos más adelante, que hace ajustar esta propuesta probabilística calificada de seguramente monogénica, frente a probablemente monogénica cuando no existen criterios de validación comunes a las referencias localizadas y cerámicas arqueológicas.

La constitución de un grupo mixto entre las arcillas miocenas y la mayoría de las cerámicas arqueológicas de Ronda la Vieja, de distintas épocas y sin distinción de tecnología de fabricación, llevaría a esperar, por su carácter monogénico, que aparecieran incluidas en un único grupo monogénico. Sin embargo, los estudios sobre la constitución química de las cerámicas arqueológicas, desde época temprana (Dufournier, 1976), revelaron que el uso, las condiciones deposicionales y las postdeposicionales o de enterramiento (Béarat, 1990; Núñez et alii, 1991), e, incluso, el Estado Como Se Recibe el material en el laboratorio para su análisis (Maniatis y Tite, 1981), condicionan la composición química de las cerámicas arqueológicas, con procesos de contaminación que afectan a los componentes como el Bario o el Estroncio, que se incrementan o disminuyen por efecto del enterramiento en determinadas condiciones (Picon, 1985; 1987), los ocasionados por las temperaturas de cocción, relacionados con el carácter muy calcáreo y el medio de enterramiento (Lemoine et alii, 1981) o los producidos por efecto de la preparación de las pastas cerámicas con el añadido de desgrasantes minerales, como ocurre en nuestra muestra con la posición claramente aberrante de algunos fragmentos cerámicos, como uno con un desmesurado contenido en plomo o el carácter marginal, dentro de sus respectivos grupos, de aquellos fragmentos, siempre a mano, a los que se añadieron desechos de rocas metamórficas u ofíticas. Así mismo, y mucho menos estudiado, son los procesos de cambio químico por efecto de las temperaturas de cocción, que en nuestro caso no llegan a alcanzar los rangos necesarios para que esto se refleje en su composición (Buxeda y Gurt, 1995).

Por tanto, hay razones más que sobradas que permiten explicar las disimilaridades en la constitución química entre cerámicas arqueológicas y arcillas miocenas a pesar de constituir un grupo mixto monogénico.

La constitución de un grupo mixto seguramente monogénico, frente a uno probablemente monogénico, viene avalada por la existencia de criterios de validación no químicos, como son los componentes biológicos, presentes en las matrices cerámicas y las arcillas, observados ya desde las primeras caracterizaciones mediante lupa binocular de ambas. Aunque no todas las cerámicas han permitido la observación de foraminíferos, estos están presentes en fragmentos correspondientes a todas las épocas, siendo menos abundantes en presencia y proporción en las épocas más antiguas, para irse haciendo más frecuentes en presencia y proporción en las etapas cronológicas más recientes, llegando

a generalizarse en las producciones a torno, en especial en el conjunto anfórico, donde su proporción es también destacable. Las arcillas miocenas de la formación la Mina presentan numerosos ejemplares de foraminíferos, estando ausentes totalmente del resto de las arcillas muestreadas. Además, en los pocos casos de cerámicas arqueológicas en que se han determinado, se ha observado la presencia de nannoplacton calcáreo de edad Tortoniense superior/Messiniense inferior, idéntico al determinado en las arcillas miocenas de la Formación la Mina.

### 10.2.2. Resultado del Análisis discriminante

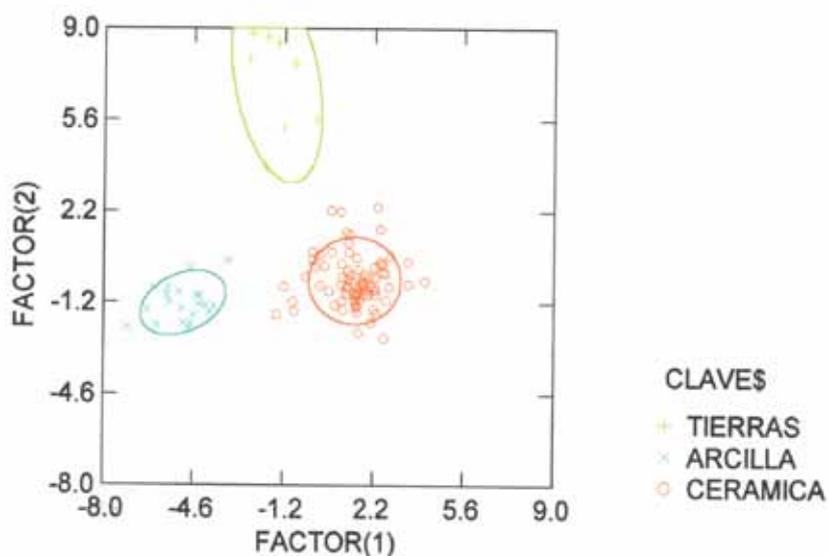
Para completar y matizar los resultados obtenidos a través de los análisis cluster hemos realizado varios análisis discriminantes (Picon, 1984), tomando como base de la primera discriminación los valores químicos de las muestras de arcillas miocenas crudas y de las mismas cocidas a 800, 850 y 900° C., que en el análisis cluster muestra la menor distancia de todos los casos incluidos en el mismo y el conjunto del resto de las arcillas de la Depresión de Ronda muestreadas, frente al conjunto constituido por todos los fragmentos cerámicos, menos uno aberrante, que ya fue excluido del cluster.

Los resultados del análisis permiten observar una perfecta discriminación entre los tres grupos considerados. La discriminación se realiza, como en todos los análisis siguientes, sobre las medias de cada uno de los componentes químicos en las muestras de arcillas y en cada una de las cerámicas arqueológicas. El ANOVA multivariante proporciona como resultado que la diferencia entre los centros de los grupos es significativa, con un error  $<0.001$  ( $\lambda$  de Wilks = 0.0182 y  $F = 11.2966$ ), con valores de matriz entre grupos de 12.02 entre arcillas miocenas y cerámicas, 7.94 entre arcillas miocenas y no miocenas y 7.91 entre cerámicas y arcillas no miocenas, valores bastante discriminantes.

Usando las funciones discriminantes como factores de clasificación, las muestras de arcillas (21) han sido clasificadas en su grupo en su totalidad, es decir un 100%, al igual que las 78 muestras de cerámicas, también el 100% y las 8 muestras de arcillas, no miocenas, igualmente el 100%. Incluso el ajuste producido por el programa recalculando la inclusión en su grupo de cada elemento no teniendo en cuenta los valores centrales de la constitución de cada grupo, los porcentajes de inclusión en sus correspondientes grupos son del 100% para las arcillas miocenas, el 94% de los fragmentos cerámicos arqueológicos y el 75% de las arcillas no miocenas, teniendo en cuenta que este último sólo tiene 8 elementos. Para estas circunstancias, el porcentaje del total bien clasificado alcanza el 93%.

Ello queda resaltado porque también en las funciones discriminantes canónicas las atribuciones a grupos ofrecen probabilidades del 0.0000 para que dichas atribuciones correspondan al azar, y presentan valores de 6.892, con correlaciones canónicas de 0.935 y una proporción acumulativa del total de dispersión de 0.619 para el primer factor y un valor de 4.245, una correlación de 0.900 y el resto de proporción acumulativa del total de dispersión, es decir,

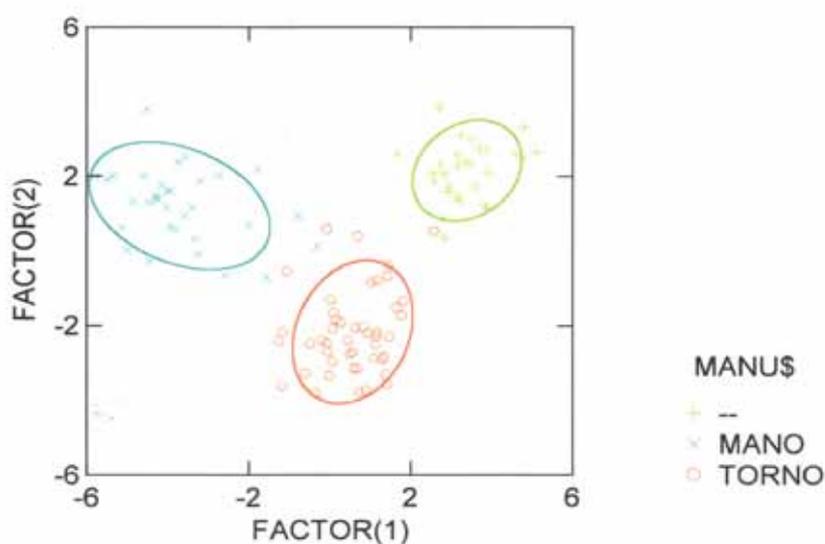
ANÁLISIS DISCRIMINANTE. CLASIFICACIÓN ARCILLAS-CERÁMICAS



hasta 1.000 para el segundo factor. Al mismo tiempo, las funciones discriminantes canónicas estandarizadas según la varianza establecen escores canónicos del grupo de medias para la arcillas miocenas de entre -4.991 y -1.247, para los dos factores, para las arcillas no miocenas de entre 1.499 y 0.387 y para las cerámicas de entre -1.515 y 7.046. Ello hace evidente la clara separación de los límites de los grupos establecidos.

El análisis discriminante entre arcillas miocenas, arcillas no miocenas y cerámicas arqueológicas ratifica la disimilaridad, observada en el análisis cluster, estableciendo una clara discriminación entre los tres grupos, con tan sólo dos factores, lo que se corresponde con la separación en grupos distintos de los mismos elementos, en el cluster, aunque en él las cerámicas estaban separadas en diferentes grupos, pero siempre con la menor distancia de disimilaridad entre ellas,

#### ANÁLISIS DISCRIMINANTE. CLASIFICACIÓN SEGÚN MANUFACTURA



con las arcillas miocenas, el grupo más homogéneo, y máxima distancia con las arcillas no miocenas, que, a su vez, se agruparon en dos, con las máximas distancias entre ellos y con los demás. Habría que recordar aquí que, puesto que las variables utilizados para los cálculos discriminantes son los mismos que para los cluster, la discriminación entre las arcillas miocenas y las cerámicas pueden tener su origen en los factores de cambios químicos que constituyen la elaboración, uso, deposición y post-deposición de las cerámicas arqueológicas. Naturalmente, este argumento no puede invocarse para la discriminación entre las arcillas pues todas ellas han sido muestreadas y analizadas en las mismas condiciones.

El segundo análisis discriminante se ha centrado en confrontar las cerámicas divididas entre un grupo fabricado a mano (33) y otro que incluye las fabricadas a torno (46) y el conjunto de todas las arcillas, incluyendo las miocenas y las no miocenas en un mismo grupo (28). El ANOVA multivariante proporciona como resultado que la diferencia entre los centros de los grupos con un error <0.001 (lambda de Wilks = 0.0134 y F = 12.9096). La matriz entre grupos arroja un resultado de 12.62 entre arcillas y cerámicas a mano, 7.56 entre arcillas y cerámicas a torno y 9.29 entre cerámicas a mano y a torno.

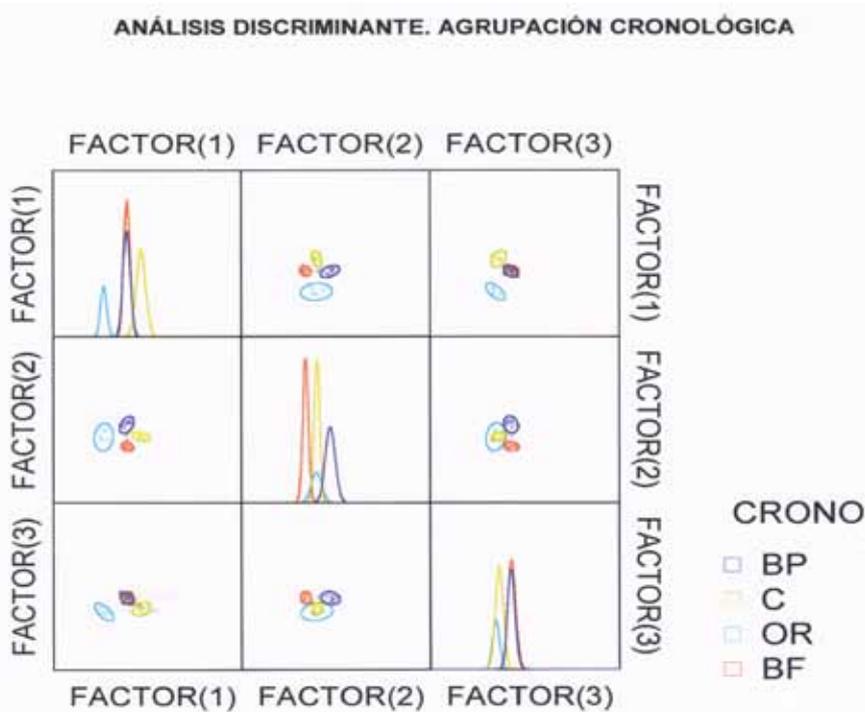
Las arcillas son las mejor clasificadas, usando las funciones discriminantes como factores de clasificación, con un 100% de sus 28 elementos, mientras que las cerámicas a mano alcanzan el 94% de sus 33 elementos y el 98% de los 46 elementos de cerámicas a torno, con un 97% del total de los elementos del análisis discriminante. El ajuste de la matriz de clasificación muestra una menor adecuación para los grupos establecidos en este análisis discriminante, pues las arcillas se clasifican en un 93%, mientras que para las cerámicas a mano el porcentaje baja al 79% y llega al 87% para las cerámicas a torno, siendo del 86% del total de los elementos. Los valores de las funciones de clasificación son de 7.587, con una correlación de 0.940 y un total de dispersión de 0.666 para el primer factor y valores de 3.809, una correlación de 0.890 y una dispersión total de 1.000, para el segundo factor. También en este caso la probabilidad de tratarse de una discriminación por efecto del azar es de 0.0000. La estandarización con la varianza de las funciones canónicas discriminantes con medias de grupos de 3.398 a 2.156 para las arcillas, entre los dos factores; de -3.694 a 1.205, para

las cerámicas fabricadas a mano y de 0.582 a -2.177, para las cerámicas fabricadas a torno.

Este análisis discriminante vuelve a mostrar una excelente nivel de discriminación entre los tres grupos planteados, arcillas, cerámicas fabricadas a mano y fabricadas a torno, lo que parece coherente con los grupos del primer análisis ya que las cerámicas en su conjunto y arcillas formaban grupos bien diferenciados, aunque en el caso de las arcillas allí se diferenciaban las miocenas y no miocenas, aquí agrupadas de forma significativa por la propia tendencia del tratamiento a mantener los grupos de partida si existen razones numéricas en los datos que avalen esas atribuciones. Por otro lado, a diferencia del análisis anterior, el ajuste de los elementos a sus grupos resulta menos perfecto con un número de elementos que se escapan de los límites del grupo y que en algún caso llegan aproximarse a otros grupos, sin llegar a solaparse en ningún caso. De nuevo ello concuerda con los resultados de los cluster donde las cerámicas arqueológicas constituían hasta 4 grupos en los que se incluían tanto cerámicas fabricadas a mano y a torno, con una aplastante mayoría de torno para uno de los grupos y una casi exclusiva presencia de cerámicas fabricadas a mano, para dos de esos grupos, lo que refleja de manera muy ajustada el análisis discriminante.

Para establecer un análisis discriminante de la producción de cerámica a mano, hemos tomado como base el conjunto de estas producciones divididas en cuatro grandes etapas cronoculturales: Cobre (10), Bronce Pleno (9), Bronce Final (10) y Orientalizante (4). Los resultados muestran una menor claridad en la discriminación, en primer lugar porque son necesarios la concurrencia de 3 factores de discriminación, mientras que en los anteriores dos análisis sólo fueron necesarios 2 factores para establecer un alto nivel de discriminación, según los datos expuestos. La discriminación entre los tres factores implicados no es coincidente en sus resultados de forma que para sólo el factor 1, la discriminación no resulta suficiente, pues existe un solapamiento total entre los grupo del Bronce Pleno y el Bronce Final, estando separados con claridad los otros dos grupos, es decir, el Cobre y el Orientalizante. Lo mismo sucede cuando se toman de forma aislada los otros dos factores 2 y 3, produciéndose un solapamiento entre Cobre y el Orientalizante, para el factor 2 y solapamientos parciales o totales para los cuatro grupos con el factor 3. Sin embargo, con los factores 1 y 2 la distribución de los cuatro grupos cronológicos propuestos es netamente diferente, sin que se produzca ningún tipo de solapamiento entre los grupos,

ni siquiera en los pocos elementos que resultan periféricos a la elipse que define cada grupo. En el caso de los factores 1 y 3, la separación entre los cuatro grupos establecidos no es tan neta ya que mientras los grupos correspondientes al Cobre y al Orientalizante se separan entre ellos y el resto, los correspondientes al Bronce Pleno y el Bronce Final se solapan totalmente, aunque el grupo formado por este solapamiento queda claramente separado de los otros dos, Cobre y Orientalizante. Para los factores 2 y 3 se produce el mismo fenómeno, pero variando la situación de los grupos, el del Bronce Final y el Bronce Pleno están separados, mientras el del Cobre y el Orientalizante se solapan en su totalidad englobando este último, a pesar de tener sólo 4 elementos, a todos los del Cobre, mucho más numeroso. La relación de este grupo, formado por el solapamiento, y los otros dos es de contacto tangencial entre ellos. Se puede,



pues, decir que para los dos primeros factores la discriminación es clara, mientras que la relación entre los factores 1/3 y 2/3 no resultan tan discriminante para los cuatro grupos, aunque la relación 1/3 no discrimina los elementos del Bronce Pleno e Final, mientras que la 2/3 no discrimina los del Cobre y el Orientalizante. Esta última relación discrimina con menor claridad la totalidad de los grupos, ya que se tocan tangencialmente.

Para la matriz de grupos de medias los valores son de 2.16 entre las del Bronce Final y Bronce Pleno; de 1.78 entre las del Cobre y el Bronce Final; de 1,85 entre las del Cobre y el Bronce Pleno y, por último, de 1.94 entre las del Orientalizante y el Bronce Final; de 1.97 entre las del Orientalizante y Bronce Pleno; de 2.95 entre las del Orientalizante y el Cobre. A pesar de esa mayor dispersión el ANOVA multivariante proporciona como resultado que la diferencia entre los centros de los grupos vuelve a ser significativa con un error  $< 0.001$  ( $\lambda$  de Wiks = 0.0025 y  $F = 1.9536$ ).

La matriz de clasificación, usando las funciones discriminantes como factores de clasificación, ha permitido ordenar el 100% de los fragmentos divididos en los cuatro grupos propuestos, lo que resulta muy diferente cuando se produce un reajuste recalculando sin el valor del centroide, alcanzándose sólo el 50% en el caso del Bronce Final y de ahí para abajo, con el 40% para las del Cobre, sólo el 22% para las del Bronce Pleno y el 0% para las Orientalizantes, un una media de buena clasificación del 33% para el total. Los valores por factores son de 9.847, con una correlación canónica de 0.953 y una dispersión acumulativa total de 0.481, para el primer factor; 7.087, con una correlación canónica de 0.936 y una proporción acumulativa de la dispersión total de 0.827, para el segundo factor y 3.539 del valor, con una correlación canónica del 0.883 y una proporción acumulativa de la dispersión total de 1.000. El valor de  $\lambda$  para un resultado debido al azar es de 0,0338, significativa por estar por debajo del 0.05. Hay que destacar que las funciones discriminantes canónicas no utilizan los valores medios de los elementos químicos correspondientes a las tierras raras (U, Th, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, y Lu), para establecer la discriminación entre los grupos. Las puntuaciones para la función canónica de las medias de los grupos en las del Bronce Final es de -0.349, -3.063 y 1.557 para los tres factores; en las del Bronce Pleno son de -0.428, 3.521 y 1.427; en las del Cobre 3.347, -0.041 y -1.768 y en las del Orientalizantes de -6.532, -0.162 y -2.683.

En este análisis discriminante hay que tener en cuenta que los cuatro grupos establecidos nada tienen que ver, en principio, con factores relacionados con las materias primas utilizadas o las tecnologías de elaboración empleadas, que si bien todas están elaboradas a mano, no hay constancia de unas diferencias cronoculturales en las técnicas del modelado, ni en las de cocción, por lo que no quedaba, a priori, clara la influencia de los grupos establecidos en la composición química de las vasijas cerámicas. Por otro lado, las escasez de casos por época, en especial en el grupo Orientalizante, con tan sólo 4, hacia más incierta la aplicación de un análisis discriminante. A pesar de ello el resultado parece indicar que existen razones que permiten una discriminación entre los fragmentos de cerámicas fabricadas a mano según las épocas de su fabricación, uso y enterramiento, lo que sólo podría ser considerado en el caso de que las diferencias químicas estén reflejando aspectos relacionados con los usos de los tipos de vasijas elegidas o las costumbres culinarias, y, quizás, contaminaciones provocadas por el medio de enterramiento, diferente en cada etapa cronocultural. Sin embargo, no parece que esa posibilidad de discriminación pueda relacionarse con diferencias en la materia prima empleada, como lo demostraría los análisis cluster y las discriminaciones en función de otros grupos.

El último análisis discriminante se ha realizado tomando como conjunto total las vasijas cerámicas fabricadas a torno divididas en dos grandes grupos, por un lado todos los fragmentos de ánforas (33), frente al restos de formas (12), incluyendo platos, soportes, pithoi, urnas, etc. El total de la muestra procede de los niveles del Bronce Final Reciente y de los Orientalizantes.

La matriz entre grupos es de 5.81, con sólo dos grupos de formas: ánforas y otros. El ANOVA multivariante proporciona como resultado, en este caso, que la diferencia entre los extremos de la recta es significativo con un error  $< 0.001$

(lambda de Wilks = 0.0315 y F = 5.8129). La matriz de clasificación, usando las funciones discriminantes como factores de clasificación, incluye las 33 ánforas, con el 100% de los ejemplares y las 12 otras formas también con el 100% clasificadas, por lo que se ha clasificado el 100% del total. El recálculo de la matriz de clasificación ha permitido clasificar el 73% (24) de las ánforas y 67% (8) de las otras formas, con un 71% para el total. El valor para la función canónica es de 30.725, con una correlación de 0.984 y, lógicamente, una proporción acumulativa del total de dispersión de 1.000. La probabilidad de que la discriminación para la función canónica se deba al azar es de 0.0106, como en el caso de la matriz del grupo de medias y, por tanto, significativa. Las puntuaciones canónicas de las medias de los dos grupos son de -3.267 para las ánforas y de 8.985 para el resto de las formas. Ello significa que en una representación lineal, única posible para la discriminación entre dos grupos, es una clara distancia entre ambas puntuaciones, tratándose pues de una discriminación evidente entre ambos grupos propuestos.

En el caso de este análisis discriminante, aunque el conjunto de las vasijas son todas fabricadas a torno y de unos mismos niveles arqueológicos, es más fácil interpretar la discriminación que se establece entre los grupos establecidos, puesto que los incluidos en el grupo más numeroso están constituidos por ánforas, que tienen un uso muy determinado, como contenedores, en general de líquidos, lo que debe aportar una composición química, dependiente del uso, frente al resto de las formas de vasijas con usos variados, pero bastante diferentes de las de un ánfora. Sin embargo, la materia prima arcillosa empleada, la técnica de elaboración y el medio de enterramiento, no justificarían el grado de discriminación alcanzado en el análisis.

### 10.3. El origen de los desgrasantes añadidos

La descripción de las matrices cerámicas por lupa binocular puso en evidencia, la existencia de un tipo de desgrasante, mayoritario en las cerámicas arqueológicas, tanto en las fabricadas a mano, como en las a torno, a base de granos de cuarzo muy redondeados que proceden de arenas silíceas, muy frecuentes en todos los depósitos de escorrentía superficial o cursos de aguas de la zona. Los desgrasantes se formaron por la descomposición de los bancos de areniscas y biocalcarentas intercaladas con las arcillas y margas que conforman la Formación “La Mina”, formación de depósitos marinos Tortoniense-Messiniense que aflora en un radio de varios kilómetros en torno al asentamiento de Ronda la Vieja. Junto a estos desgrasantes eran observables, en menor cantidad y en menor número de muestras cerámicas, fragmentos de las propias areniscas y biocalcarentas.

Por otro lado, los resultados de la Difracción de Rayos X, mostraron un reducido grupo de cerámicas (seis de ellas) que presentaban en su mineralogía notables diferencias con el resto, sobre todo, por la presencia mineral tal como abundantes plagioclasas, anfíboles, piroxenos, magnetitas y micas, lo que era observable en la lupa binocular en forma de pequeños fragmentos de rocas angulosos, evidentemente añadidos y de naturaleza distintas a los demás.

Para establecer la diferencia entre los desgrasantes de estos dos grupos cerámicos, se realizaron láminas delgadas de 8 muestras cerámicas, 6 de ellas con una mineralogía extraña en los diagramas de rayos x, y dos ejemplares de las muestras más comunes: uno de una fuente poco cocida de la Edad del Bronce, y, otro, un ánfora que presenta fases de alta temperatura.

#### 10.3.1. Petrología y contexto geológico de los desgrasantes

Las 6 muestras de cerámicas de mineralogía menos frecuente están constituidas por fragmentos cerámicos, todos fabricados a mano, pertenecientes al Cobre (1), Bronce Pleno (2), y Orientalizante (3). En cuanto a las formas representadas, tenemos dos fuentes: una carenada del Cobre y un plato-fuente con decoración interior bruñida del

Bronce Final-Orientalizante; dos orzas de almacenamiento del Bronce Pleno y dos ollas: una globular, con asas de orejeta y otra ovoide, de cuello marcado y decoración en el hombro y el cuerpo, ambas orientalizantes. El conjunto de los seis ejemplares sólo representa el 4.6% del total de fragmentos cerámicos analizados, pero su presencia en las distintas épocas, en cantidades muy similares (1 ó 2), abarca todas las fases establecidas, lo que podría considerarse como el mantenimiento de una práctica alfarera minoritaria, pero constante a lo largo de toda la secuencia cronológica estudiada. Esta práctica consiste en añadir desgrasantes procedentes de rocas o minerales ajenos a los de las inmediaciones del asentamiento (areniscas, calcarenitas, cuarzo) a las pastas cerámicas realizadas con arcillas locales, idénticas a las empleadas en el resto de la producción cerámica, lo que vendría avalado por la observación de microfósiles en algunas de estas 6 muestras (20030 y 20085).

En cuanto a la litología de estos desgrasantes se pueden establecer dos grupos netamente diferenciados por la asociación de minerales que conforman las rocas añadidas y por la presencia de minerales concretos. Un grupo formado por 4 Ic. contienen fragmentos de rocas procedentes de la trituración intencional. Son fragmentos angulosos de rocas ígneas conocidas como ofitas en sentido amplio, procedentes de un vulcanismo de superficie o efusivo y subvolcánico. Algunos muestran perturbaciones en el proceso de cristalización y alteraciones, ambos fenómenos posteriores a su formación (Puga et alii, 1989). Estas características se pueden observar en los desgrasantes presentes en las muestras 6795, 4278-3, 20030 y 20085. Las rocas ofíticas subvolcánicas son muy ácidas y aparecen en las mismas zonas triásicas pero son procedentes de un sil basáltico de edad jurásica (Puga et alii, 1988; Portugal-Ferreira et alii, 1995). Han sido detectadas en la muestra 20085. Las rocas volcánicas sufrieron, además, un proceso de alteración por metamorfismo, que en algún caso provocó que aparezcan como basalto o metabasita (basalto pseudomorfizado), así como la aparición de minerales característicos de la metamorfización de las rocas ígneas triásicas del subbético externo, como la prehnita (Puga et alii, 1983). Este mineral está presente en la muestra 4278-3.

Estas rocas afloran en los materiales triásicos en forma de fragmentos sueltos o de escasos afloramientos cartografiados a escala 1:50.000, situados en una amplia banda de arcillas y yesos del Trías de facies Keuper al Norte y Noroeste de la Depresión de Ronda. Poseen una textura dolerítica y composición básica; son muy duras y su color es verde oscuro; se pueden recoger en los aluviones de los ríos y arroyos que cruzan estas brechas arcillo-yesíferas triásicas. En efecto pueden encontrarse a 7 km hacia el oeste de Ronda la Vieja, en la cuenca del curso alto del río Guadalete y, sobre todo, en la de su afluente, el Guadalporcún, a partir de 10 km. de la "Mesa" y dentro de los términos municipales de Coripe, El Gastor, Olvera y Torre Alháquime (provincia de Cádiz).

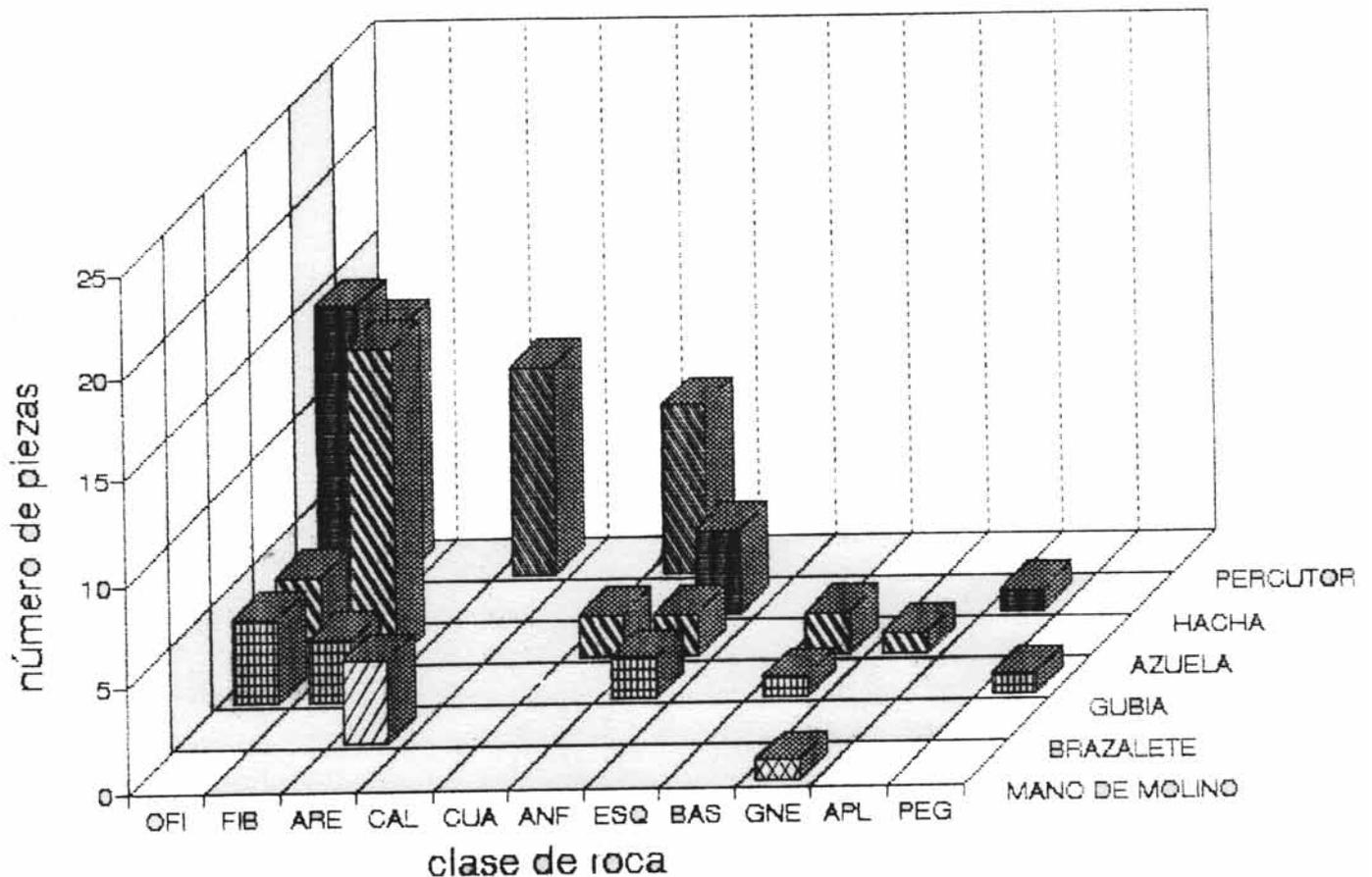
El segundo grupo de desgrasantes añadidos está constituido por dos muestras, 2756-4 y 40786, que presentan fragmentos de rocas metamórficas (cuarcitas, esquitos) y metabasitas; pero, sobre todo, gran cantidad de biotita enrojecida por la acción del calentamiento, en la que puede observarse la presencia ocasional de pequeños circones. Las rocas y minerales descritos, junto a anfibolitas y epidotitas, remiten a un ambiente geológico bien conocido en el Bético como "Alpujárride".

El alpujárride, en sentido amplio, aflora extensamente al sur de la depresión rondeña, tras superar la barrera montañosa constituida por las alturas calizas de la Sierra Hidalga y la Sierra del Oreganal, y ocupa la mayor parte de la cuenca del río Genal, situada a unos 22 km. en línea recta hacia el sur de Ronda la Vieja. Este río recorre todas las formaciones alpujárrides y maláguides, (desde las peridotitas basales a las series metamórficas de pizarras, esquistos, gneises y cuarcitas), y en su cauce puede recogerse toda la litografía de la zona en forma de cantos rodados.

### 10.3.2. Hipótesis sobre el comportamiento de su captación

A través de un estudio de identificación de materias primas líticas empleadas en la producción de instrumentos de piedra pulimentada, llevado a cabo sobre un muestreo de 250 piezas, correspondientes a la Prehistoria y Protohistoria de la Depresión de Ronda – entre las que se incluían 154 procedentes de las excavaciones en Ronda la Vieja –, así como, de las posibles áreas fuente de esas materias primas (Sierra et alii, 1994) (Fig. 10.3.2.1.), se pudo establecer que las ofitas constituyen, con un 23.6%, la materia prima más frecuente empleada en la fabricación de hachas, percutores y, secundariamente, azuelas y gubias. Las rocas metamórficas (gneises sillimaníticos y anfibolíticos, esquistos, milonitas, anfibolitas) forman un conjunto de rocas que suponen el 16.4% de las materias primas, usadas siempre para la fabricación de gubias y azuelas. Junto a ello, las piezas producidas por el empleo ocasional de basaltos, gabros, esquistos cuarzosos, gneises granatíferos, grauvaca metamórfica o algún fragmento de aplita y pegmatita, con un 10% totalizan el 50% del conjunto de las piezas analizadas. Estas piezas fueron realizadas a partir de materias primas de origen ofítico o metamórfico, siempre sobre cantos rodados que han sido recogidos en las graveras de los aluviones de la red fluvial.

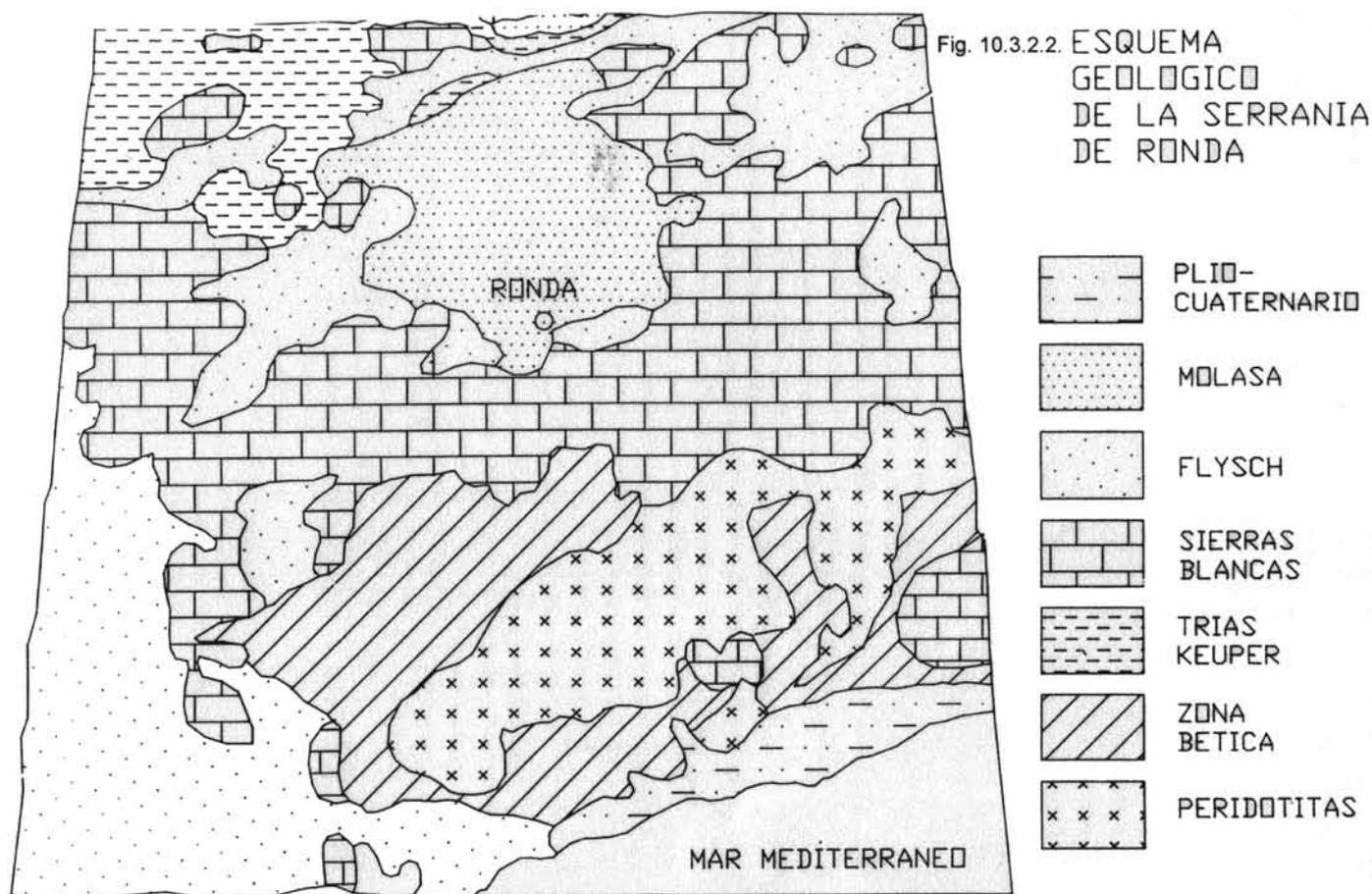
## Relación entre UTILES Y MATERIA PRIMA



Por lo que respecta al asentamiento de Ronda la Vieja, de los 154 ejemplares analizados, el 26% son ofitas, también empleadas en la fabricación de hachas, percutores y gubias, además de aparecer en forma de materia prima sin transformar. Las piezas líticas de origen metamórfico superan el 10%. En cuanto al reparto de ofitas y rocas metamórficas por épocas, las ofitas están bien representadas en los niveles más antiguos (Cobre), 6 de 14 muestras, mientras que las metamórficas son 3 de 14. Los niveles del Bronce Pleno han proporcionado 6 ofitas sobre 47 muestras, y sólo 2 metamórficas sobre 47. Durante el Bronce Final la representación, tanto de ofitas, como de rocas metamórficas es realmente escasa, 2 ofitas y 1 metamórfica sobre un total de 14 muestras. Por último, de época orientalizante, 21 son ofitas y 5 metamórficas,

sobre un total de 56. Por ello, la reiteración en el uso de estas materias primas en la elaboración de útiles pulimentados muestra una continuidad y persistencia en las mismas materias primas, ofíticas y metamórficas, recogidas en las zonas definidas más arriba (Fig. 10.3.2.2.).

La coincidencia litológica de los desgrasantes detectados en las 6 muestras cerámicas estudiadas con el amplio conjunto de piezas líticas fabricadas y rocas sin transformar, de naturaleza ofítica y metamórfica alpujárride, señala un origen geológico y espacial común. Pero ésta relación nos parece más estrecha, ya que la única posibilidad de aportar estos desgrasantes es mediante la trituración de fragmentos de rocas o cantos rodados recogidos en las mismas áreas fuente de la materia prima lítica utilizada como piedra pulimentada, o reutilizando como desgrasantes los desechos producidos en el proceso de piqueteado que se emplea en la preconformación de los útiles pulimentados. Esta actividad produce una considerable cantidad de finos debrís angulosos de las rocas que, en forma de canto rodado, van a ser transformadas en útiles pulimentados, hecho que ha sido constatado por la reproducción experimental del proceso (Taller de Arqueología Experimental de Ronda – TAER –).



Otra posibilidad de captación sería la recogida de arenas fluviales en aluviones que procedieran de afloramientos de estas rocas; sin embargo, ni la morfología de los desgrasantes – angulosos –, ni la constitución de las graveras aluviales de los ríos relacionados con las ofitas y rocas metamórficas en sus cabeceras, – lo que no corresponde a las zonas más próximas al asentamiento de Ronda la Vieja –, muestran esta posibilidad, al contrario de lo que ocurre con el caso de las arenas silíceas de los ríos y arroyos de la Depresión rondeña.

La presencia de micas como desgrasantes, principalmente biotitas enrojecidas por la cocción, en las dos muestras analizadas de la Edad del Bronce, utilizadas en la pasta para la elaboración de grandes vasijas de almacenamiento – orzas – plantea la posibilidad de que existiera una recogida específica de este mineral para ser añadido como desgrasante, ya

que, por ser un silicato de aluminio, refuerza los enlaces de la arcilla, dándole una mayor cohesión a la pasta con menor peso, lo que es muy deseable en vasijas de gran volumen y pesadas. Tanto las biotitas como el resto de los desgrasantes añadidos en estas vasijas aparecen asociados petrologicamente en las rocas alpujárrides.

El hecho del empleo de este tipo de desgrasantes ofíticos y alpujárrides en vasijas realizadas a mano, incluso durante la época orientalizante – cuando el uso del torno de alfarero comienza a ser frecuente – y sobre formas muy funcionales, como ollas, fuentes y orzas, nos lleva a un contexto de fabricación y uso de estas vasijas, doméstico – espacio y contexto de fabricación propio de los útiles de piedra pulimentada –. Este hecho, además, nos permitiría relacionar ambas actividades: la alfarería doméstica y la producción lítica pulimentada, haciendo más verosímil el aprovechamiento de los *debrís* de piqueteado procedentes de la primera fase de conformación de los útiles pulimentados, como desgrasantes en algunos tipos de vasijas cerámicas; quizás, las de funciones específicas, tales como la exposición al fuego o el almacenamiento.

Este comportamiento, aunque no ha sido puesto en evidencia, podría rastrearse en la composición mineralógica de otros conjuntos cerámicos coetáneos y de proximidad geográfica con nuestro asentamiento, como el caso de una vasija prehistórica (CLM-4) del asentamiento de La Mesa (Chiclana de la Frontera, Cádiz), cuya pasta arcillosa contiene restos angulosos de rocas locales identificadas como doleritas (Muñoz, 1999: Lam. IV), aunque el autor del estudio arqueométrico de las cerámicas (S. Domínguez-Bella, 1999) relaciona esta presencia de roca ofítica con un depósito de arcilla de un arroyo próximo que atraviesa estas rocas, sin reparar en la morfología de los desgrasantes, ni en su grado de alteración. Es interesante resaltar que, también en el caso de este asentamiento, la materia prima lítica empleada en los instrumentos pulimentados es mayoritariamente dolerita, que aparece en numerosos afloramientos en el término municipal de Medina Sidonia, muy próximos al yacimiento de La Mesa (Pérez Rodríguez, 1999).

Correspondiendo a época orientalizante encontramos en una habitación hallada bajo la casa-palacio del marqués de Saltillo en Carmona (Sevilla) (Belén et alii, 1998) un conjunto de vasijas completas, entre las que se encuentra la pieza D –una olla realizada a mano de “...manufactura tosca, intensa coloración rojiza y amarillenta, presencia abundante de un desgrasante muy grosero, irregularmente repartido en la matriz. La superficie es muy irregular y carente de decoración” (J. V. Navarro Gascón, 1998). Los resultados mineralógicos por Difracción de Rayos X muestran alto contenido en plagioclasas y micas, y presencia de anfíbol y piroxeno, con granos heterométricos y angulosos de plagioclasas, cuarzo, anfíboles y piroxenos. “La materia prima empleada en este desgrasante procede, sin duda, de una roca básica-intermedia, alterada y con escaso grado de transporte, a juzgar por la presencia de frecuentes formas idiomorfas en los granos” (J. N. Navarro Gascón, 1998). A pesar de no poder determinar con precisión la roca empleada en el desgrasante de esta olla, la composición mineralógica la aproxima a los desgrasantes empleados en Ronda la Vieja, o la Mesa de Chiclana, ofitas, y la forma de sus granos y escaso grado de removilización de la roca permite interpretar como el añadido intencional de roca machacada o, tal vez, *¿debrís* de piqueteado?. Este tipo de comportamiento de reciclar, como desgrasantes cerámicos, una vez convenientemente machacados, los restos de rocas resultado de la extracción o empleo de las mismas para otros fines, no resulta extraño en la alfarería antigua. Una de las hipótesis manejadas en la polémica sobre los lugares de fabricación de las conocidas como ánforas massaliotas, Echallier (1982), Picon (1985), aportada por Reille (1985), interpreta la presencia abundante de desgrasantes micáceos, micaesquistos, en una producción anfórica local, a lo largo de cuatro siglos, como el resultado del trabajo de extracción de una gema (granate almandino), de una roca metamórfica procedente del macizo de Maures, distante de Marsella un centenar de km., cuyos desechos fueron reutilizados por los alfareros como desgrasantes añadidos a la arcilla local, para la producción anfórica. Aunque se trata de una época muy diferente y para la producción “industrial” de ánforas, ilustra un comportamiento alfarero que puede tener sus raíces en épocas anteriores, dentro de una lógica de reaprovechamiento de desechos de rocas recogidas y trasladadas al asentamiento para ser empleadas en otros fines, como la fabricación de útiles pulimentados.

## Capítulo 11. ASPECTOS TECNOLÓGICOS DE LA PRODUCCION ALFARERA. EXPERIMENTACIÓN CON LAS ARCILLAS

A través de la observación etnológica lo que se pretende es generar por analogía un conjunto de hipótesis, que expliquen comportamientos no directamente observables en el registro arqueológico, o que, sean difícilmente interpretables. Esa línea puede generar hipótesis de estudio, bien cuando trabajamos con el registro arqueológico, o bien, cuando se llevan a cabo procesos experimentales.

La arqueología experimental se orienta más al contraste de las hipótesis que se van generando a través del estudio del registro arqueológico o de la observación etnográfica.

La experimentación y la etnología serán, por tanto, un referente necesario para el avance en el trabajo en la investigación arqueológica.

### 11.1. Experimentación

La arqueología experimental permite una aproximación al conocimiento histórico, recurriendo a técnicas de reconstrucción de actividades constructivas, productivas o de transformación llevadas a cabo en el pasado, en las que se reproducen técnicas y usan instrumentos y estructuras como las utilizadas en el pasado. Con todo ello se trata de conseguir una interpretación más cercana de las actividades que formaron el registro arqueológico. La experimentación supone una forma de corroborar nuestras hipótesis acerca de como se desarrollaban estas actividades, sirviendo, también, como fuente de nuevas hipótesis. Reproduciendo las tecnologías, usos y costumbres pasadas, estamos, a la vez, comprendiendo y obteniendo nuevas informaciones sobre el comportamiento de los grupos humanos en aspectos que suelen pasar desapercibidos para una arqueología sólo dedicada a la descripción-clasificación de los objetos.

La investigación experimental sobre la reconstrucción de las técnicas de la alfarería utilizadas en el estudio de las cerámicas antiguas es un campo que cada vez interesa más a los arqueólogos que se introducen en los estudios analíticos aplicados a cerámicas arqueológicas. Según Arnal (1984) para comprender la alfarería de la Prehistoria, es necesario saber reproducirla, mediante la experimentación.

Los trabajos realizados por los alfareros que han venido trabajando en las zonas con tradición alfarera, no han sido muy tenidos en cuenta por los arqueólogos, salvo alguna excepción (Cau, 1997), y cuando lo han hecho se han centrado, casi exclusivamente, en su experiencia en el laboratorio. Sin embargo, estos estudios analíticos de laboratorio deberían de completarse con los experimentales en el campo, ya que el tratamiento de la arcilla en ambos ambientes no es el mismo, y los resultados que se obtienen en las cocciones que se realizan con hornos eléctricos, son muy diferentes a los obtenidos en los hornos tradicionales, cuyos sistemas de cocción estarían más cercanos a los empleados en la Prehistoria. En esta línea, señala Echallier (1984), “el buen sentido práctico del ceramista será una garantía útil de la validez de la marcha del laboratorio”. Sin embargo, la reconstrucción de las técnicas de la alfarería antigua no representa

más que un aspecto secundario en los trabajos analíticos que se realizan con cerámicas y que en la mayoría de los casos están centrados exclusivamente en los análisis de laboratorio.

Al adentrarse en la experimentación cerámica, tan importante es el conocimiento de las arcillas y sus productos, como el conocimiento de los sistemas empleados en la cocción en la antigüedad. Los primeros hornos, probablemente, no serían más complicados que una simple hoguera a cielo abierto, sin ninguna clase de estructura, esto supondría la realización de estas cocciones en el sitio que más conviniese, sin necesidad de tener un lugar destinado específicamente para esto. Este tipo de hornera es el más primitivo de los “hornos” documentados y que aún continúa vigente en algunas zonas, en las que la alfarería sigue realizándose de manera más arcaica (AAVV, 1992). Este tipo de cocción no implica grandes preparaciones, con lo que se podía adaptar al lugar donde se encuentre el combustible. Mientras que cualquier tipo de construcción destinada a este fin, significa un lugar fijo para el desarrollo de la cocción. Es a partir de este momento cuando se empieza a hablar de hornos, lo que lleva consigo un cambio importante en todo el proceso alfarero. Sin embargo, fechada en época neolítica (3500-3000 a. C.) se ha documentado una estructura de cocción en fosa (Vaquer, 1994), en la que se habrían realizado al menos cuatro cocciones distintas. Para Schütz (1992), este tipo de cocción en un hoyo de tierra se puede entender como una cocción en un lugar fijo, en donde la excavación del hoyo ya constituye un esfuerzo considerable, con lo que se aseguraría la reutilización del lugar. En este sentido, Reynolds (1988) señala que en el registro arqueológico de la Edad del Hierro en Gran Bretaña no hay hornos claramente definidos pertenecientes a este periodo, sin embargo, si aparecen un gran número de fogatas en fosa, en las cuales, como él señala, “se encuentran regularmente concentraciones de fragmentos de carbón vegetal e indicios de fuego”. La documentación de este tipo de estructura, significa, que ya desde antiguo, se prepararía el lugar de la cocción con algún tipo de estructura por simple que fuera, que serviría para guardar más el calor, consiguiendo así temperaturas más altas.

En este sentido, M. Licka (1991), ha llevado a cabo cocciones experimentales con distintos tipos de estructuras de cocción. En todos los casos se ha tenido en cuenta la temperatura a la que se ha llegado en cada una de las cocciones, mediante el control de las mismas por medio de un sistema pirométrico. En la cocción más simple, o sea, la cocción a cielo abierto, en hornera, señala una temperatura máxima alcanzada de 700°C. En la cocción que realiza en una estructura en fosa, poco profunda, se han medido tres cocciones, señalando que la duración, la temperatura y el consumo de combustible, es prácticamente igual a la cocción en hornera. Sin embargo, en la cocción en fosa profunda, la temperatura media alcanzada es de 820°C, llegando a registrarse incluso una temperatura de 920°C. Otro tipo de estructura que utiliza, es el horno cilíndrico abierto, que alcanza una temperatura máxima de alrededor de 850°C. El último sistema de cocción empleado en la cocción experimental es el “horno primitivo”, siendo ésta, una forma de cocción, en la que el espacio en el que se sitúa el combustible se encuentra separado del lugar en el que coloca la cerámica, los resultados obtenidos con esta cocción demuestran que se pueden alcanzar temperaturas de hasta 950°C, señalando, además, que durante la cocción se consume poco combustible, en comparación con los otros tipos de cocción precedentes. Este último sistema de cocción ha sido controlado experimentalmente por Echallier y Montagu (1985) en un horno bicameral que realiza reproducciones experimentales de cerámicas griegas y romanas.

La temperatura más baja se ha alcanzado en una hornera (700°C), mientras que la más alta se ha conseguido en el horno que el llama “primitivo” (950°C), constatándose igualmente que entre el consumo de combustible (número de kg de madera por minuto) y el grado de desarrollo funcional y técnico de la estructura de cocción, se llega a una proporción inversa. El consumo de combustible más elevado ha sido registrado en el caso de la hoguera a cielo abierto, mientras que el más bajo, se ha registrado en el horno “primitivo”.

La documentación de estos sistemas de cocción pasa desapercibida en la mayoría de los trabajos arqueológicos, pues al carecer de estructura, no deja huella visible en el sitio con el paso del tiempo. Aparte de esto, habría que tener en cuenta, como hemos señalado, que las cocciones se realizarían sin grandes preparaciones, allí donde se encontrara el combustible, con lo que se realizarían más o menos alejadas de los poblados, con lo que resulta difícil llegar a documentarlas. Delneuf (1991), en lo referente al espacio de la cocción, apunta en su observación etnográfica en el norte del Camerún que “será difícil de identificar las áreas de cocción después de su abandono prolongado. En efecto, se trata de fosas poco profundas (de 5 m. de diámetro de media), llenas de cenizas y de debrís de fallos de cocción. Ellas están la mayoría de las veces dispuestas cerca del hábitat, al abrigo de los vientos dominantes. Si esta área cambia de lugar, el antiguo emplazamiento es rápidamente rellenado por los vientos y sobre todo las estaciones de lluvias siguientes, en las que el arrastre brutal e intenso se lleva los sedimentos ennegrecidos”.

La característica principal de la cocción en hoguera es que la cerámica está en contacto directo con el combustible y el fuego por lo que la cocción no es uniforme, ya que al carecer de estructura de regulación, es imposible conseguir una temperatura homogénea y constante. Las tonalidades combinadas de colores que aparecen en una misma vasija, tonos reductores y oxidantes, así como toda una gama intermedia, sería un buen índice para identificar los sistemas de cocción al aire libre o en fosa, en donde la cerámica y el combustible está en contacto directo. Como apunta Arnal (1991), que ha realizado cocciones de distintas formas, en cocciones de este tipo existen diferencias en cuanto a las temperaturas y ambientes entre la base del “horno” y la parte superior de hasta 100°C, llegando a alcanzarse en la base 800°C, mientras que en la parte superior la temperatura máxima alcanzada es de 700°C, alcanzándose ésta última en tres horas, mientras que a la otra temperatura se llega más tarde.

Al tener que subir considerablemente la temperatura ambiente, la cerámica se somete en poco tiempo a un cambio químico muy acusado, por lo que cada una de las fases de la cocción requiere su tiempo, con lo que hay que evitar en todo momento los choques térmicos bruscos que pueden deteriorar la pieza. Cuando las piezas cerámicas estallan en el horno, suele ser por cuatro razones: porque entran húmedas al horno, porque se calientan o enfrían demasiado rápido, o porque la arcilla ha estado mal amasada, conteniendo aire entre la pasta que al calentarse se expande y acaba por romper la pieza, también porque la arcilla tenga una composición, tanto química, como mineralógica, inadecuada, que puede producir una expansión o contracción, es decir, que durante la cocción se produzcan compuestos con alta capacidad de expansión que la hagan romperse.

En los hornos tradicionales, calentados con combustible orgánico, la cocción es más a menudo reductora durante la subida de la temperatura (periodo durante el cual se quema el combustible que produce el CO) y oxidante en el enfriamiento, cuando no hay que añadir madera. La atmósfera de cocción influirá en el punto de fusión de la pasta, demostrándose que en atmósfera reductora este punto de fusión es bajo, lo que facilitará no solamente la cocción, sino el cerrado de los poros de ciertas pastas a temperaturas relativamente bajas. Las cocciones totalmente oxidantes sólo se pueden conseguir en hornos de tiro, que, como señala Echallier (1984), “son el exacto equivalente a los hornos eléctricos actuales”.

La determinación de las temperaturas a las que fueron cocidas las cerámicas arqueológicas es una de las cuestiones que preocupa a los arqueólogos. Sin embargo, la temperatura máxima que se obtiene durante la cocción no es siempre la misma. Como señala Echallier (1984), “el resultado obtenido con la cocción depende a la vez, de la naturaleza (composición mineralógica y química) del material de partida, de la granulometría de los componentes, de la curva

de subida de la temperatura, de la temperatura máxima, de los diversos grados de la curva de enfriamiento y de la evolución de la atmósfera de cocción en el curso de las diferentes etapas”. Nosotros consideramos que habría que tener en cuenta, también, el tipo de combustible utilizado en la cocción, ya que todos no tienen el mismo poder calorífico (Chabal, L. et alii, 1994). Arnal (1991), en este sentido, afirma que el volumen del combustible necesario en la cocción está en función tanto del procedimiento de cocción empleado, como del tipo de madera, ya que unas queman más rápidamente que otras y no tienen el mismo poder calorífico. Con esta apreciación, lo que habría que tener en cuenta es el tipo de madera disponible que se utilizaría como combustible en cada zona en la antigüedad. Sin embargo, a pesar de considerar todos estos factores, en cocciones realizadas al aire libre, se está expuesto a las condiciones atmosféricas, como la dirección y fuerza del viento, que puede hacer cambiar muy rápidamente la temperatura de cocción.

Según Sempere (1992), la temperatura acumulada en la hornera, difícilmente sobrepasa los 800°C, y debido a la rapidez del proceso, es durante un espacio de tiempo muy corto en el que se mantiene dicha temperatura; en este sentido, Picon (1995) para las cerámicas del Rif, cocidas por este sistema, indica temperaturas entre 600-750°C (medida por dilatometría). Sin embargo, Schütz (1992) en la cocción al aire libre a la que asistió en Slit (Marruecos) señala un máximo de temperatura de 860°C, controlada con pirómetro y mantenida durante un corto espacio de tiempo.

Para Echallier (1984), los diferentes elementos que determinan los resultados de la cocción, deben integrar la función tiempo, ya que es tan importante la duración del proceso, como la temperatura absoluta alcanzada para el desarrollo de la cocción. Es por esta razón que incluso en el dominio industrial, la cocción de cerámicas se controla con la ayuda de conos pirométricos, donde la fusión integra, a la vez, la temperatura y el tiempo, y no utilizan la ayuda de pirómetros que no suministran más que una medición de temperatura puntual. Estando de acuerdo en que una cocción larga es más importante que una cocción a temperatura elevada.

El sistema que necesita más combustible es la cocción abierta (hoguera). Arnal (1991) señala que en la cocción abierta, para conseguir 700°C se necesita un volumen de combustible igual a casi doce veces el de la hornada, y la fosa cerrada no requiere más que de seis a ocho veces. En este sentido, para Arnal el perfeccionamiento en el desarrollo de los sistemas de cocción, van unido a la disminución de la cantidad de combustible que se necesita en cada caso, es, por tanto, importante el conocimiento de las temperaturas de cocción, a la hora de tener en cuenta la evolución de los sistemas de cocción de los más primitivos a los más complejos.

Las primeras estructuras, consideradas hornos, empiezan a documentarse en la Península Ibérica en la última etapa del Bronce Final y época orientalizante, con los centros de producción del Cerro de la Mora (Moraleda de Zafayona, Granada) y el del Cerro de los Infantes (Pinos Puente, Granada). También en la costa malagueña, en el asentamiento fenicio del Cerro del Villar, en la desembocadura del Guadalhorce, se documentó un lugar de producción alfarera en el que aparecieron todos los elementos relacionados con esta actividad. Parece claro, que la aparición de este tipo de estructura de cocción, está vinculada al uso del torno alfarero, con el que empieza a desarrollarse una producción artesanal de cerámica a gran escala. No aparece en la bibliografía documentación de hornos, anteriores a estas fechas, salvo la estructura encontrada en Vila Nova de S. Pedro, en Portugal (Paço do, 1957), fechada en torno al 2500 a. C. Esta estructura, con unas características muy evolucionadas, no es posible compararla con ninguna otra de esta época, por lo que hay que tener sus reservas a la hora de considerarla como tal, teniendo en cuenta, además, la época en la que se excavó y la técnica de excavación empleada. Una prueba de que la introducción de este tipo de hornos se realiza en unión del resto de los avances tecnológicos, que implican la producción artesanal con el empleo del torno de alfarero, es su generalización y documentación arqueológica cada vez más frecuente, sobre todo en época ibérica, cuando el

predominio de la producción a torno, conlleva la documentación de los hornos de cocción como los documentados, sólo para el Sur de la Península, los de Pajar de Altillo y Valencina de la Concepción en Sevilla , Alcalá de Jucar en Albacete (Coll, 1987), Ronda ciudad (Aguayo, Castilla y Padial, 1990) o Arastipi, también en la provincia de Málaga (Perdiguero, 1994), entre otros.

Además del aspecto físico de los hornos, hay que tener en cuenta la complejidad de los procesos fisicoquímicos que se producen dentro de ellos, por simples que estos puedan llegar a considerarse, incluso, en los hornos más complejos se producen fallos durante la cocción, que provocan que las piezas no lleguen a cocerse a la temperatura considerada necesaria para adquirir consistencia. Sempere (1992), en este sentido, llega a decir que incluso a pesar de la experiencia de los alfareros en el control del fuego, no encuentran explicación lógica a lo que ocurre cuando se producen estos fenómenos; afirmando el autor que la alfarería a lo largo de los siglos ha sido considerada algo mágico, estando presente en las creencias y mitología de los pueblos, llegando a reflejarse, incluso hoy en día, en los símbolos que emplean en el lenguaje, así como en los gestos, en las formas y la decoración de los cacharros. A este respecto, Sempere (1992) ha recogido en su trabajo, algunas de las múltiples plegarias que los alfareros invocan a la hora de realizar la cocción, señalando, también, en otros casos los rezos de oraciones, así como la rúbrica del símbolo de la cruz en la puerta de la cámara, etc.

El alfarero tradicional para saber cuando ha llegado el momento justo de la cocción se guía única y exclusivamente por la experiencia, ya que nunca ha poseído, como ha sido nuestro caso, instrumentos de medición precisa, como el pirómetro o conos pirométricos. Aunque siempre es a ojo, suele ser con mucha precisión, y para ello se sirve de los cuatro sentidos: vista, olfato, oído e incluso el tacto, sin embargo, a pesar de esto, el alfarero nunca está tranquilo hasta que lo abre y comprueba el resultado final, ya que de ello dependen días e incluso meses de trabajo.

#### **11.1.1. Experimentación en el campo**

Nuestro trabajo en el campo de la experimentación, esta incidiendo de manera más profunda en la investigación sobre la tecnología alfarera, centrándose en la producción de cerámicas modeladas a mano. Con la experimentación se intentan reproducir las técnicas de manufacturación y cocción más primitivas. El estudio comprende todo el desarrollo del proceso, como es la captación y preparación de la arcilla y el de su manufacturación como vasijas cerámicas, su secado y posterior cocción en hornera.

##### **11.1.1.1. Recogida y preparación de las arcillas**

A la hora de realizar la experimentación en el campo nos hemos centrado en los dos grupos de arcillas que tradicionalmente han venido utilizándose en la alfarería de la zona y que poseen similares características mineralógicas.

Las arcillas que corresponden al primer grupo, y que como hemos visto, son las más antiguas desde el punto de vista geológico, se localizan en un afloramiento cercano a la ciudad de Ronda. Esta cantera, Los Tejares, se muestreó en varios puntos, aunque la recogida se unificó, con lo que de este afloramiento sólo se ha trabajado con una muestra (RA-001).

Las arcillas localizadas en las inmediaciones del asentamiento de Ronda la Vieja, se recogieron, igualmente, en varios puntos, muy cercanos entre ellos. En este caso, se mantuvieron las separaciones, puesto que aparecieron

diferencias mineralógicas entre las distintas zonas muestreadas. La cantera de arcilla situada en la parte norte, muy próxima al yacimiento arqueológico, es un lugar tradicional de explotación de arcilla, tal y como pone de manifiesto su denominación toponímica “El Tejar” (RA-010), otro punto de muestreo en esta zona es la arcilla RA-009. Por otra parte, otro afloramiento situado al sur (RA-008), y en el sudeste, al igual que en el caso anterior, se ha formado aprovechando los niveles inferiores de las calizas de algas que se encuentran en posición primaria (RA-011). También experimentamos con arcillas de esta misma formación que se encuentran en la base del asentamiento cercano de La Silla del Moro (RA-005).

Como ya hemos señalado, el muestreo de los afloramientos de arcilla próximos al asentamiento de Ronda la Vieja, así como su posterior estudio, han puesto de manifiesto la correlación entre las matrices de las cerámicas arqueológicas y las muestras de arcilla analizadas, dándonos como resultado que existe la misma asociación de foraminíferos y nannoplancton en las matrices cerámicas y en los depósitos de arcilla, con lo que se hacía necesario llevar a cabo la experimentación con este tipo de materia prima para analizar su comportamiento.

La arcilla se recogió de los afloramientos señalados, con un procedimiento muy simple, o bien, después de la lluvia, o directamente en la misma cantera, con lo que entonces, el proceso es un poco más complicado, ya que hay que triturarla, añadirle agua, decantarla o no, y dejarla en reposo durante varios días, hasta que esté lista para ser modelada.

#### **11.1.1.2. Manufacturación**

Cuando la arcilla está en su punto de plasticidad, se procede al amasado. La finalidad del amasado es la de aumentar la plasticidad de la pasta. El paso siguiente es el modelado, que es el procedimiento que se utiliza para impartir a la arcilla una determinada forma, transformando a ésta en manufactura.

En la experimentación hemos procedido a la fabricación a mano de un variado repertorio de recipientes cerámicos, reproduciendo fielmente los prototipos arqueológicos. El modelado a mano representa la manera más simple de trabajar la arcilla. El proceso de fabricación se realizó siguiendo de forma integral las observaciones arqueológicas. Así pues, la captación de arcillas, la preparación de los barro y la elaboración de las piezas se basa en los datos suministrados por la investigación arqueológica y etnográfica.

Las técnicas más comunes, utilizadas en el modelado a mano, que nosotros hemos reproducido, consisten en el simple estiramiento de la masa de arcilla, por ahuecamiento de la misma, utilizando el sistema de rollos o “churros”, o bien empleando moldes para su ejecución.

Conseguidas las formas deseadas, el tratamiento de las superficies (espatulado, bruñido, alisado, etc.) y las decoraciones (plásticas, pintadas, incisas, etc.), se efectúan con la utilización de reproducciones de los instrumentos que han sido identificados en el registro arqueológico (espátulas de hueso y madera, cantos rodados, etc.), consiguiendo resultados y aspectos muy próximos a los logrados en la Prehistoria.

Posteriormente, se controlan los procesos de secado antes de proceder a la cocción de las piezas cerámicas. La arcilla debe quedar bien seca, eliminando el agua por completo, sin ser expuesta al sol, ni a las corrientes de aire para evitar que el porcentaje de roturas durante la cocción sea alto. El material modelado contiene una parte importante de agua absorbida. Se puede considerar que una pasta arcillosa propia para el modelado, contiene alrededor del 18 al 25% de

agua en peso. Una fuerte elevación de la temperatura de cocción en este estado producirá una vaporización rápida del agua que causará daños irremediables en la cerámica. Las fuerzas de unión que fijan el agua absorbida son muy débiles y una simple evaporización va a permitir obtener una eliminación progresiva de este agua durante el secado. En el transcurso del secado, el producto cerámico, que aún está crudo, va a pasar por diferentes estados de consistencia, verde, cuero, y después crudo.

### 11.1.1.3. Cocción

La cocción es el último y principal paso dentro de este proceso de producción cerámica con la que todas las manipulaciones que se le han hecho a la arcilla se quedan fijadas irreversiblemente. Las consecuencias que se producen con la elevación de la temperatura son, no solamente la desaparición de la plasticidad, sino también, la aparición de una cohesión permanente entre las partículas arcillosas, lo que le permite una estabilidad dimensional a las variaciones de temperatura inferiores a la temperatura de cocción.



FIG. 11.1.1.3a. Resultado de la cocción con combustible orgánico

La cocción experimental ha sido realizada de distintas formas, desde cocciones al aire libre sin utilizar ningún tipo de estructura, a cocciones algo más complejas en las que se han empleado fosas excavadas en el suelo, estructuras de piedra formando cámara, etc. (Fig. 11.1.1.3a y b).

La variabilidad de los resultados obtenidos con estas cocciones, en cuanto a las temperaturas alcanzadas, nos llevó a partir de esta primera experiencia, a plantearnos una planificación y control del proceso mucho más riguroso, para lo que hemos realizado cocciones controladas al aire libre.

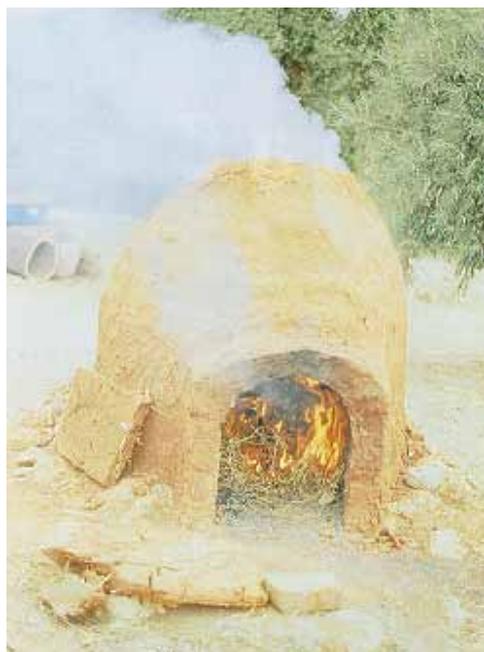


FIG. 11.1.1.3b. Horno experimental de arcilla con estructura bicameral, durante la cocción

Para la experimentación con los sistemas de cocción quisimos comenzar con el sistema más simple, la hoguera a cielo abierto, sin ninguna clase de estructura. Las vasijas se han cocido por este procedimiento, por ser ésta la técnica de cocción más rudimentaria con la que empezar los trabajos de experimentación y comprobar si con ella nos acercábamos a las temperaturas y características generales de las cerámicas prehistóricas (Fig. 11.1.1.3.1.).

La hoguera a cielo abierto se realizó en un terreno llano, sin una previa preparación del lugar, ni realización de ningún tipo de fosa, parapetos de piedras, etc. Con anterioridad a la operación de hornear, se procedió al precalentamiento, tanto de la superficie donde se iba a ubicar la hoguera, como de las piezas cerámicas. En las zonas de clima más cálido, el precalentamiento se suele realizar exponiendo, sencillamente, las piezas al sol antes de cocerlas.

Una vez que se ha horneado, la cerámica se va tapando con ramajes a los que se prende fuego. A medida que estos se van consumiendo, se les va añadiendo leña. La leña utilizada en nuestro caso fue de encina, aprovechando la limpieza

que de estos árboles se estaba haciendo en las cercanías, calculando que se emplearon un total de unos tres mil kg. El control del fuego es muy importante, ya que unos minutos de exceso o insuficiencia pueden representar el éxito o el fracaso de muchas jornadas de trabajo. El combustible se coloca formando un montículo encima de la cerámica hasta que la hoguera se reduce a ascuas, dejándose éstas hasta que se consuman, para poder sacar las piezas cuando no estén al rojo vivo, con lo que pueden pasar varios días, como fue nuestro caso, en el que tuvimos que esperar al tercer día para recuperar las cerámicas.

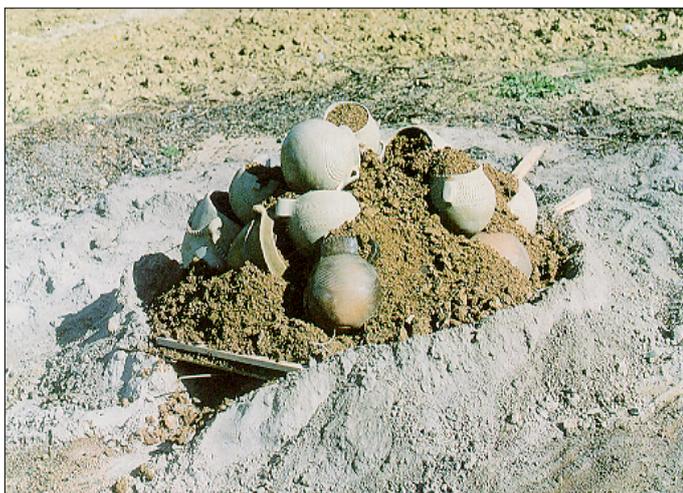


FIG. 11.1.1.3b. Preparación de la cocción en fosa con combustible orgánico (izda.) y huella de la cocción en fosa (drcha.)

La combustión es rápida por lo que las temperaturas más altas se consiguen en poco tiempo pero el enfriamiento de las ascuas es lento. Con este tipo de cocción, en los momentos de máximo calor, éste no se reparte de forma uniforme alcanzando cada zona de la hoguera una temperatura distinta, y un tipo de cocción (reductora u oxidante), también diferente (Fig.11.1.1.3.2.).

En nuestro caso, la temperatura de cocción se controló, también, con exactitud utilizando para ello medios pirométricos (pirómetro y conos), con lo que pudimos comprobar que ésta no sobrepasó los 720°C, temperatura, considerada la más alta a la que llegaron a fundirse los conos, pero su distribución no fue homogénea, pues en distintas zonas de la hoguera se fundieron total o parcialmente conos pirométricos de distintos valores, aunque siempre por encima de los 600°C (Fig. 11.1.1.3.3.).

Junto a las piezas cerámicas se introdujeron una serie de placas y rollos fabricados con las mismas arcillas que las empleadas en las reproducciones de las cerámicas. Estas piezas cerámicas fueron distribuidas por las distintas zonas de la hoguera, y se realizaron con el objeto de ser el material experimental con el que se trabajará después, para no tener que romper las vasijas.



FIG. 11.1.1.3.1. Conjunto de vasijas y conos pirométricos antes de la cocción experimental

### 11.1.2. Estudios analíticos de las cerámicas experimentales

Echallier (1984), considera indispensable proceder a los mismos análisis sobre los productos de experimentación para registrar la identidad con el modelo arqueológico, lo que no puede hacer el alfarero. No considera deseable utilizar para las cerámicas arqueológicas, transformadas por el envejecimiento, los criterios descriptivos que no pueden aplicarse

más que a productos que han sido fabricados en la actualidad. Los fenómenos que él llama secundarios, o sea, los posteriores a la cocción, pueden ser provocados, tanto por el uso del objeto después de la fabricación, como por la acción del medio durante el tiempo que ha permanecido enterrado.

### 11.1.2.1. Estudio óptico

El estudio óptico se realizó mediante lupa binocular, sobre el conjunto de placas y churros que se cocieron junto a las vasijas en la cocción experimental. Con este grupo de muestras ha sido con el que se ha trabajado, aplicándole las distintas técnicas analíticas.

RA-001-1: Cocción reductora. Matriz porosa. Los desgrasantes son de pequeño tamaño, sólo se observa un grano de tamaño un poco mayor que corresponde a un conglomerado. Se observa también materia orgánica grafitizada en la matriz que presenta dos puntos en donde se intensifica la cocción reductora; así como alguna mica de pequeño tamaño.

RA-001-2pl: Cocción reductora. Matriz menos porosa que la anterior. En la pasta se observan algunos agregados de arcilla roja y gris, también alguna mica de tamaño minúsculo.

RA-001-2n y b: Corresponde a un rollo, realizado con arcilla muy decantada. Los dos extremos presentan distinta coloración (amarillenta y grisácea), dependiendo de como le haya dado el fuego durante la cocción. La matriz es porosa, se observan pocos minerales de tamaño muy pequeño, formados, sobre todo, por cuarzos muy pequeños y micas.

RA-001-2ch: Corresponde a un rollo, que también presenta distinto color en cada extremo (amarillento y grisáceo). Se observan desgrasantes de tamaño un poco mayor que los anteriores y materia orgánica grafitizada.

RA-005pl1: Cocción reductora. La matriz de la placa presenta una textura fina, con desgrasantes de pequeño tamaño, entre los que se observan cuarzos redondeados y bastantes espículas de esponja y globigerinas, una de ellas ha tomado un color dorado con la cocción, presencia de materia orgánica grafitizada.

RA-005ch3: Cocción reductora. La textura es la misma que la de la placa 1. Como desgrasantes se observan cuarzos redondeado, también bastantes espículas.



FIG. 11.1.1.3.2. Distintos momentos de la cocción experimental

RA-005-2pl: Cocción reductora. Textura fina. Los desgrasantes que se observan en la matriz son de pequeño tamaño y están formados por cuarzos redondeados, micas y gran cantidad de espículas y de foraminíferos.

RA-008pl-1: Cocción reductora. La matriz tiene más cantidad de desgrasantes que la arcilla RA-005, pero igualmente de pequeño tamaño, formados por cuarzos redondeados, con gran cantidad de espículas de erizo.

RA-008pl-3: Cocción reductora. La matriz de esta placa tiene menos cantidad de desgrasantes que la placa 1. La matriz se encuentra moteada de puntitos blancos que parecen corresponder a pequeños trocitos de conchas rotas, además de espículas de esponja y de restos de foraminíferos.

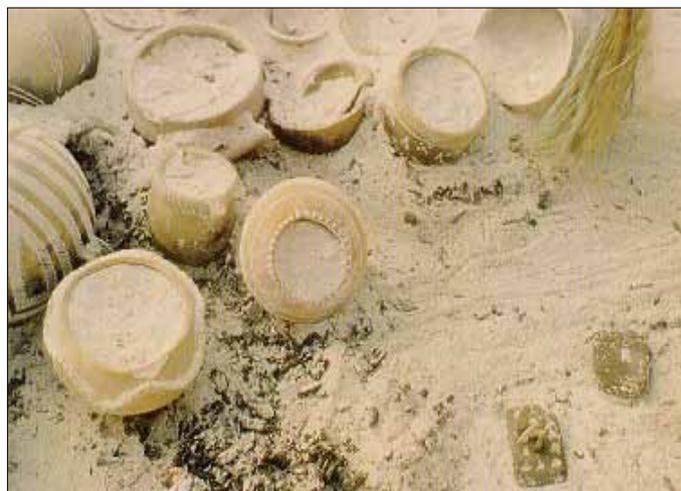
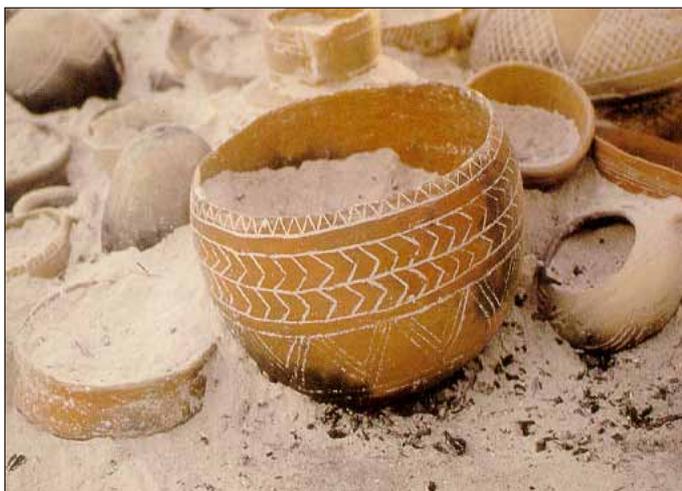


FIG. 11.1.1.3.3. Vasijas después de la cocción experimental

RA-008ch7: Corresponde a un rollo en el que un extremo no ha cambiado el color original que tenía la arcilla, conservando el mismo color beige. Este extremo se ha cocido poco, ya que ha sido fácil romperlo. El color de la matriz es homogéneo y presenta más cantidad de desgrasantes, que la arcilla RA-008, ya que se le añadió, intencionadamente, arena de río. El otro extremo, presenta un color grisáceo por la cocción reductora. En la matriz, además, de desgrasantes redondeados, se puede observar restos de foraminíferos.

RA-009plf: Cocción reductora. Corresponde a un placa en la que los desgrasantes son de pequeño tamaño, en su mayor parte, formados, sobre todo, por cuarzos de pequeño tamaño y foraminíferos, también aparecen desgrasantes de tamaño un poco mayor que corresponden a cuarcita.

RA-009ch1sb: Cocción reductora. Corresponde a un rollo en el que los desgrasantes son de pequeño tamaño, se observan restos de concha de foraminíferos, cuarzos de pequeño tamaño y algunos carbonatos.

RA-009ch1b: Cocción reductora. Corresponde al mismo “churro” que el anterior, pero al extremo que está bruñido. El color es gris, más oscuro que el otro extremo, y con los mismos desgrasantes.

RA-009ch7b: Cocción reductora. Corresponde a un rollo, con los mismos desgrasantes que los anteriores, pero en el que se observa menos cantidad de foraminíferos.

RA-009cpl: Cocción reductora. Corresponde a una placa en la que la matriz es fina, con pocos desgrasantes, entre los que se observan cuarzos redondeados, cuarcita, mica, así como, gran cantidad de espículas de esponja y de foraminíferos.

RA-009-2: Está confeccionada con la misma arcilla que la anterior, pero con la fracción más gruesa, en la que se observan los mismos desgrasantes, aunque menos cantidad de foraminíferos, esto puede ser porque estos se encuentren en la fracción más fina.

### 11.1.2.2. Análisis mineralógico por Difracción de Rayos X

El análisis mineralógico se realizó, además de desde el punto de vista óptico por medio de la lupa binocular, mediante Difracción de Rayos X. Los resultados de esta análisis se recogen en la siguiente Tabla.

Muestra	Q	Cal	FK	Plag	Fil	Dol	Hem	Geh	DW
RA-001-1	15	11	t	5	64	5	0	0	0
RA-001-2pl	18	17	4	5	50	6	0	0	0
RA-001-2n	20	13	3	6	53	5	0	0	0
RA-001-2ch3	21	21	12	5	52	5	0	0	0
RA-001-2b	23	14	4	5	54	0	0	0	0
RA-001-2ch	22	18	4	5	45	6	0	0	0
RA-001pp	19	8	4	4	57	8	0	0	0
RA-005ch3	14	12	2	4	64	4	t	0	0
RA-005pl1	12	14	4	4	62	4	t	0	0
RA-005-2pl	14	17	2	2	64	1	t	0	0
RA-008ch7B	48	13	4	4	31	0	0	0	0
RA-008ch7N	30	12	4	1	53	0	0	0	0
RA-008pl1	30	12	0	4	52	2	0	0	0
RA-008ch7	43	11	3	1	42	t	0	0	0
RA-008pl3	30	17	4	1	46	2	0	0	0
RA-009pl	12	19	2	3	63	1	t	0	0
RA-009ch1	12	18	1	1	65	3	0	0	0
RA-009-1ch7	22	13	2	5	50	8	0	0	0
RA-009-1ch7b 18	13	4	3	55	7	0	0	0	
RA-009-2plf	22	14	4	4	46	8	0	0	0
RA-009ch1	17	23	1	3	53	3	0	0	0
RA-009-2	23	13	3	7	44	10	0	0	0
RA-009ch1	15	20	3	3	56	3	0	0	0
RA-009ch7	20	14	4	7	48	7	0	0	0
RA-009-2plf	22	15	6	7	43	7	0	0	0
RA-009-1ch7	24	12	6	6	40	12	0	0	0
RA-009-2	23	14	4	8	42	9	0	0	0

Las variaciones mineralógicas pueden explicarse por diferencias en el reparto del desgrasante, diferencias locales en la temperatura de cocción y al error intrínseco del método determinativo.

El estudio mineralógico por Difracción de Rayos X realizado a estas cerámicas experimentales corroboró el primer resultado de la baja temperatura de cocción alcanzada, ya que aparecen siempre cantidades importantes de calcita y dolomita, minerales que comienzan a desaparecer a partir de 700-800°C.

Las piezas prehistóricas del asentamiento de Ronda la Vieja, que previsiblemente fueron manufacturadas con esta misma arcilla, debieron de ser cocidas a temperaturas algo superiores a los 800°C, ya que su estudio mineralógico por Difracción de Rayos X pone de manifiesto la presencia en muchas de ellas de trazas o pequeñas cantidades de fases de alta temperatura (gehlenita, wollastonita), aunque no tan claras como para pensar que se sobrepasara en ellas una temperatura de 900°C.

### 11.1.3. Experimentación en el laboratorio

Para poder hacer más precisiones sobre las temperaturas de cocción se procedió a efectuar experiencias de cocción en horno eléctrico, lo que permite por un lado tener un control más preciso de la temperatura, aunque, en contrapartida se trabaja siempre en condiciones de cocción oxidante, lo que introduce una cierta incertidumbre sobre la comparabilidad de los resultados.

Para estas experiencias se eligieron varias muestras de arcilla procedentes de afloramientos que se encuentran en las inmediaciones del yacimiento de Ronda la Vieja. Algunas de ellas, como la RA-005, RA-008 y RA-009, ya se habían utilizado en la cocción experimental realizada al aire libre. Todas ellas pertenecen a la misma formación geológica y se añadieron algunas muestras más (RA-010 y RA-011) con objeto de ampliar el muestreo y poder comprobar mejor la variabilidad que ofrecen dichos materiales.

La arcilla se preparó de la misma manera que para la confección de las cerámicas experimentales. Con la arcilla amasada se moldearon placas de 2x2 cm, con un grosor de 1 cm, aproximadamente. Después del proceso de secado se introdujeron en el horno para su cocción. Una vez alcanzada cada temperatura de cocción deseada, se mantuvo ésta durante dos horas. Terminada la cocción las muestras se dejaron enfriar hasta el día siguiente. Como ya se ha dicho más arriba, en este caso el sistema de cocción es muy distinto al de las cocciones al aire libre. En éstas, el máximo de temperatura se mantiene en un corto periodo de tiempo, mientras que el enfriamiento es más lento. En el horno eléctrico, las temperaturas alcanzadas se mantienen durante más tiempo; esto es importante ya que se pueden producir diferencias de composición mineralógicas en la misma muestra, cocida a la misma temperatura pero con tiempos de maduración diferentes.

La cocción se realizó a distintas temperaturas desde los 500 a los 1000°C en intervalos de 100°C, salvo para los 800°C, que se coció también a 850°C, para precisar la formación de las fases de alta temperatura. (Se cogió como temperatura más baja para el inicio la de 500°C, ya que en la cocción experimental, como hemos señalado, el cono con la temperatura más alta se fundió a los 720°C).

Las temperaturas de cocción no fueron siempre las mismas. En el caso de la muestra RA-011, las cocciones se realizaron entre 700 y 900° C porque, en pruebas previas, se puso de manifiesto que no era adecuada para la fabricación de cerámicas, ya que se desmoronaba con el tiempo debido a la hidratación de los gránulos de cal formados por la descomposición de la calcita durante la cocción (Fig. 11.1.3.1.).

### 11.1.3.1. Análisis mineralógico por Difracción de Rayos X

Se estudió la mineralogía de los materiales antes y después de la cocción con objeto de determinar la evolución de la misma con la temperatura y la aparición de nuevas fases, como consecuencia de la cocción.

Los resultados de este análisis se recogen en la tabla 1, la cual está organizada por bloques en los que la primera fila corresponde al material sin cocer.

Se puede observar que la mineralogía de las muestras no cocidas es muy similar, lo que era de esperar dado que provienen de la misma formación. Los minerales mayoritarios son (en orden de abundancia) filosilicatos, calcita y cuarzo. La dolomita aparece en cantidades pequeñas y en la muestra RA-008 sólo como trazas.

Dentro de este conjunto de muestras, las pautas de variación de la mineralogía con la temperatura de cocción se repiten con gran regularidad y se recogen gráficamente en las Figuras 1 a 10 del Apéndice 5. Las Fig. 11 a 17 describen las relaciones de las fases de alta temperatura (gehlenita, diópsido-wollastonita) entre sí y con otros componentes tales como los filosilicatos o la calcita.

Se pueden distinguir 4 intervalos de temperatura que podrían describirse cualitativamente como sigue:

1.- Temperaturas bajas (hasta 600-650°C). La mineralogía de las muestras cocidas es muy parecida a la de las arcilla sin cocer. Las variaciones de detalle observadas pueden achacarse al error de la determinación y probablemente no son significativas.



FIG. 11.1.1.3.1. Fotografía de una vasija experimental con los efectos de la hidratación de los gránulos de calcita

2.- Temperaturas medias (650-825°C). Se observa claramente una disminución neta de la calcita y dolomita que va acompañada de un aumento paralelo de la proporción aparente de cuarzo. La calcita y dolomita que queda dentro de este margen de temperatura es pequeña (8% de calcita como máximo), o bien, trazas. Los filosilicatos permanecen inalterados o sufren un ligero incremento aparente. No aparecen fases de alta temperatura.

3.- Temperatura alta (850-950°C). Desaparición completa de calcita y dolomita. Aparición de fases de alta temperatura (Gehlenita y Diópsido y/o Wollastonita). La aparición de estas fases va acompañada de un incremento claro del feldespatos potásico y muy destacado de las plagioclasas (Fig. 11 y 12 del Apéndice 5), lo que invita a pensar que se trata de la formación de fases de alta temperatura que se suman a los minerales heredados presentes en las arcillas crudas

(Capel, Huertas y Linares, 1985). Por otro lado los filosilicatos decrecen netamente a medida que se formando las fases de alta temperatura ( Fig. 13, 14 y 15, Apéndice 5).

4.-Temperatura muy alta (> 950 ° C, o bien 1000 ° C o más). Se caracteriza por la desaparición total o casi total de los filosilicatos laminares, que aparecen a lo sumo en forma de trazas. La desaparición es muy brusca y debe de suceder entre 900 y 1000°C. (Fig. 5, Apéndice 5). Hay un incremento relativo neto (en comparación con el intervalo anterior) de las fases de alta temperatura (Gehlenita, Fig. 8; Diópsido/Wollastonita Fig.9, Apéndice 5) y también del Feldespato potásico (Fig. 3, Apéndice 5) y de las Plagioclasas, (Fig. 4 , Apéndice 5).

El comportamiento del cuarzo con la temperatura no está muy claro (Fig. 1, Apéndice 5). Da la impresión de que en el primer tramo de bajas temperaturas hubiera una pequeña disminución aparente, pero no es significativa. Después aparecen incrementos que coinciden con la desaparición o disminución de otras fases como los carbonatos o filosilicatos. Hay que tener en cuenta que la cuantificación efectuada se expresa como porcentaje de los minerales cristalinos y no se tienen en cuenta la aparición de material amorfo que es difícil de cuantificar por Difracción de Rayos X. Quizás también los cambios en el poder reflectante de este mineral con la temperatura de cocción. En resumen parece que este mineral posee escaso valor para el diagnóstico de las temperaturas de cocción.

Otro mineral que se detecta con más claridad en los tramos de alta temperatura son los hematites, (Fig.7, Apéndice 5) que aparecen probablemente como consecuencia de la deshidratación y recristalización de oxi-hidróxidos más o menos amorfos de hierro, normalmente asociados a las arcillas. Este proceso es el que produciría el incremento de tintes rojizos que acompañan a las altas temperaturas de cocción (esto no sucede en las arcillas fuertemente calcáreas que toman tintes amarillo claro, Barahona 1974). En las muestras estudiadas los hematites se hacen detectables en el tramo de temperatura de 900-1000 °C.

Tabla 1

Mineralogía de las muestras experimentales

Muestra	Q	Cal.	F.K.	Plag.	Fil.	Dol.	Hem.	Gehl.	D+W.
RA-005	11	13	2	1	68	4	t	0	0
500°C	8	16	2	2	68	4	t	0	0
600°C	10	12	3	2	71	2	t	0	0
700°C	17	t	2	2	79	t	0	0	0
800°C	23	t	2	3	72	t	t	0	0
850°C	24	0	0	11	41	0	t	11	13
900°C	24	0	5	9	36	0	2	11	13
1000°C	23	0	17	17	t	0	2	18	23
RA-008	10	18	2	2	68	t	t	0	0
500°C	8	17	3	1	70	1	t	0	0
600°C	9	14	3	1	73	t	t	0	0
700°C	16	t	2	2	78	t	2	0	0
800°C	16	t	3	2	78	t	1	0	0

850°C	27	0	0	15	36	0	t	9	13
900°C	28	0	0	14	34	0	0	8	16
1000°C	31	0	9	23	t	0	0	10	27
RA 009	13	14	5	2	62	4	t	0	0
500°C	9	15	2	1	72	1	t	0	0
600°C	8	16	3	2	68	3	0	0	0
700°C	20	4	7	1	68	t	0	0	0
800°C	24	2	4	1	69	0	0	0	0
850°C	29	0	0	9	47	0	t	7	8
900°C	31	0	7	14	27	0	t	7	14
1000°C	38	0	15	17	t	0	t	10	20
RA-010	8	18	5	2	62	4	t	0	0
500°C	8	20	2	2	61	6	1	0	0
600°C	11	14	3	2	65	5	t	0	0
700°C	19	1	1	2	76	0	0	0	0
800°C	21	2	4	3	70	0	0	0	0
850°C	23	0	3	15	23	0	t	20	16
900°C	24	0	6	15	20	0	2	21	12
1000°C	24	0	10	19	t	0	2	24	21
RA-011	12	18	4	2	61	3	0	0	0
700°C	28	8	6	2	56	t	t	0	0
800°C	36	3	5	3	53	0	0	0	0
850°C	34	0	2	9	34	0	0	9	12
900°C	36	0	2	9	30	0	0	11	12

Diagramas de Difracción por Rayos X de la arcilla RA-010 sin cocer y cocida a diferentes temperaturas (Fig. 11.1.3.1.1a, b, c y d).

### 11.1.3.2. Densidad aparente y su cambio en experimentos de bicocción

En el laboratorio se experimentó con los distintos tipos de arcillas muestreados en la Depresión de Ronda, para observar los cambios dimensionales que se producen en las arcillas con la bicocción, y así conocer la densidad aparente de cada tipo de arcilla en una cocción controlada, a la hora de compararlas con las densidades de las cerámicas arqueológicas fueran adecuadas.

Aunque hay un acuerdo a grandes rasgos en la influencia de la temperatura de cocción sobre la mineralogía, hay también evidentes contradicciones en la bibliografía, posiblemente debido a las variaciones de composición de las materias primas, condiciones de cocción, cambios postdeposicionales, etc...

Con objeto de buscar nuevas vías y nuevas herramientas que ayuden en los diagnósticos sobre los sistemas y temperaturas

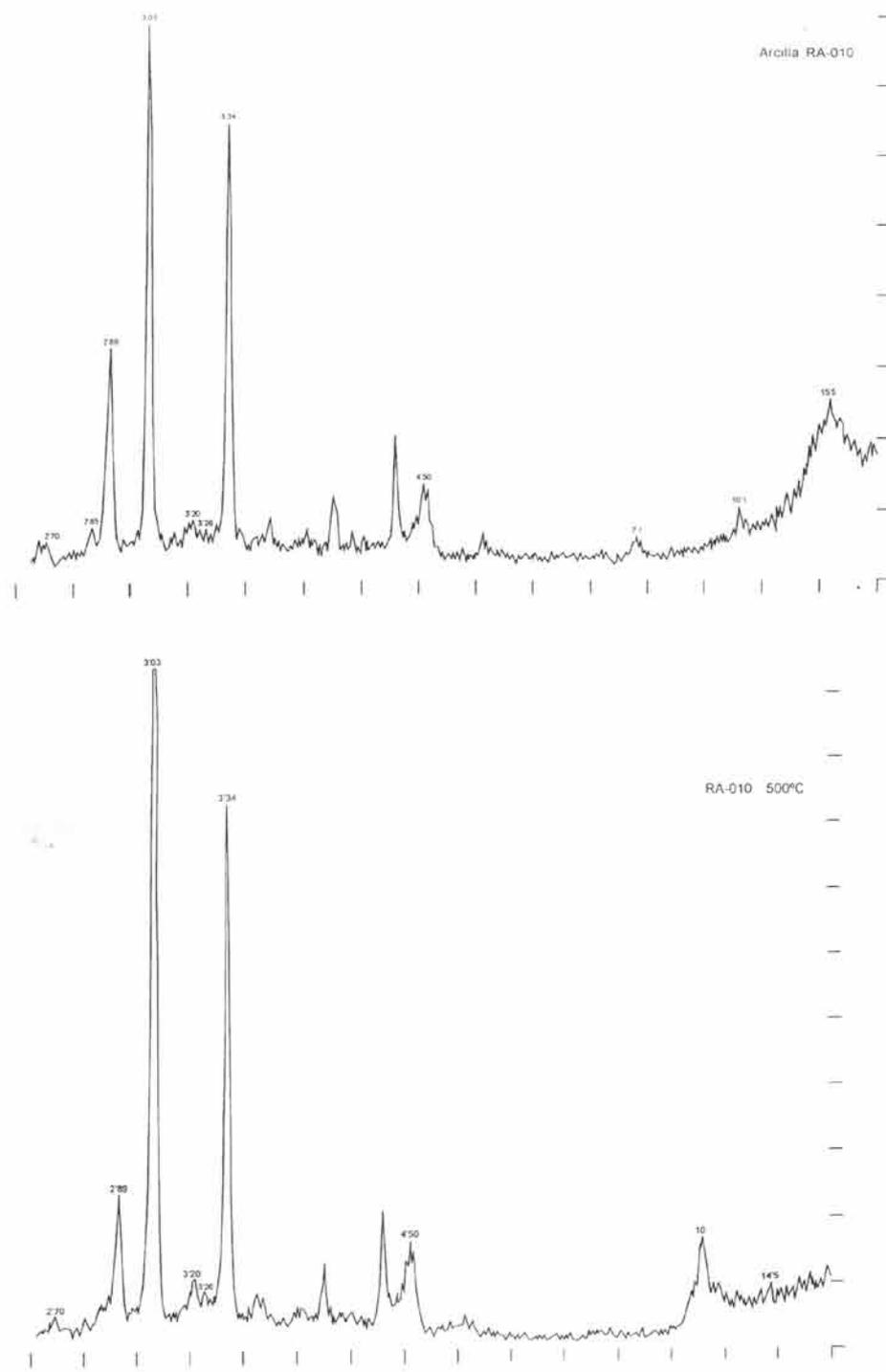


FIG. 11.1.3.1.1a. Diagrama de Difracción de Rayos X de la arcilla RA-010 sin cocer y cocida a 500°C

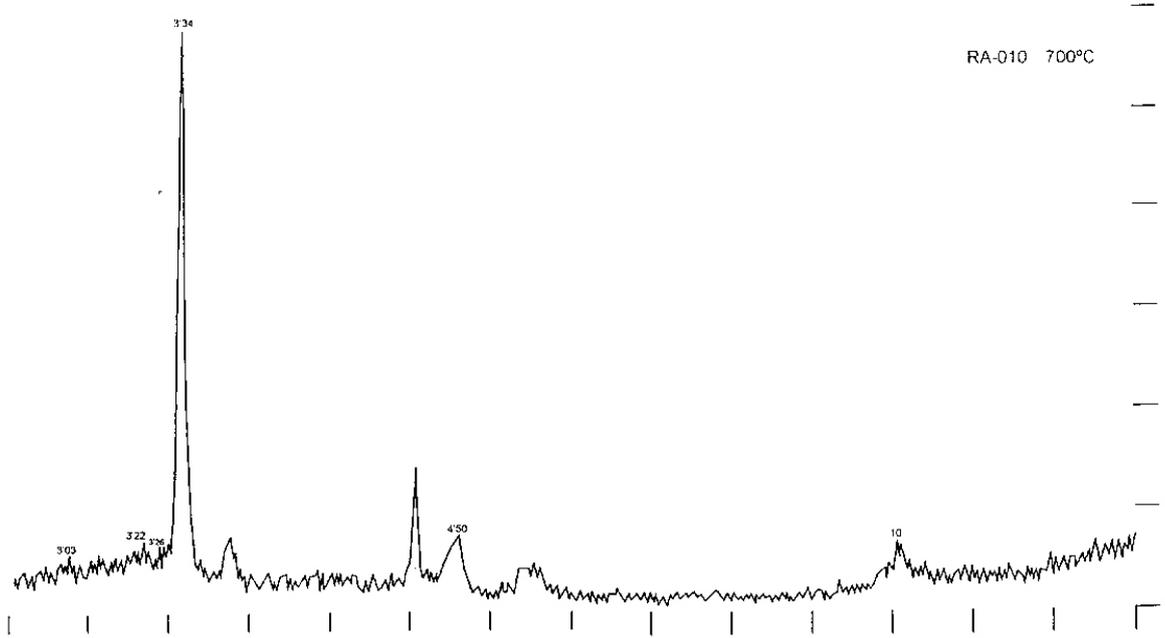
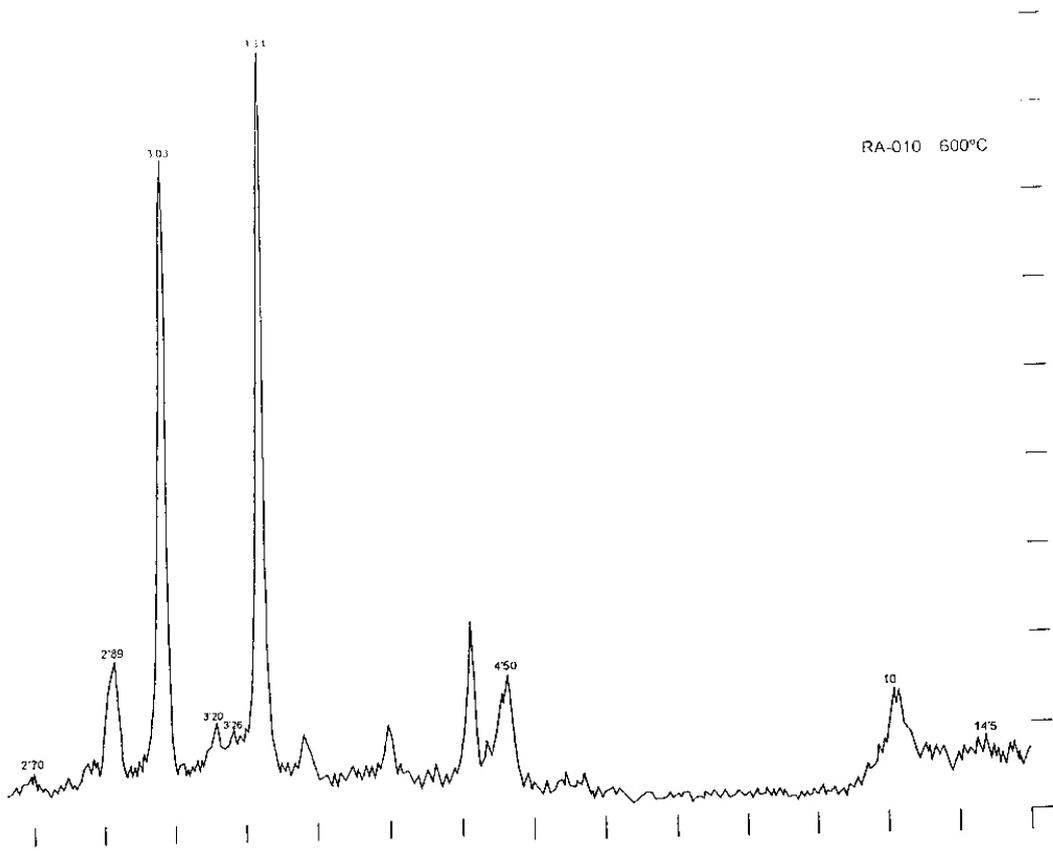


FIG. 11.1.3.1.1b. Diagrama de Difracción de Rayos X de la arcilla RA-010 cocida a 600 y 700°C

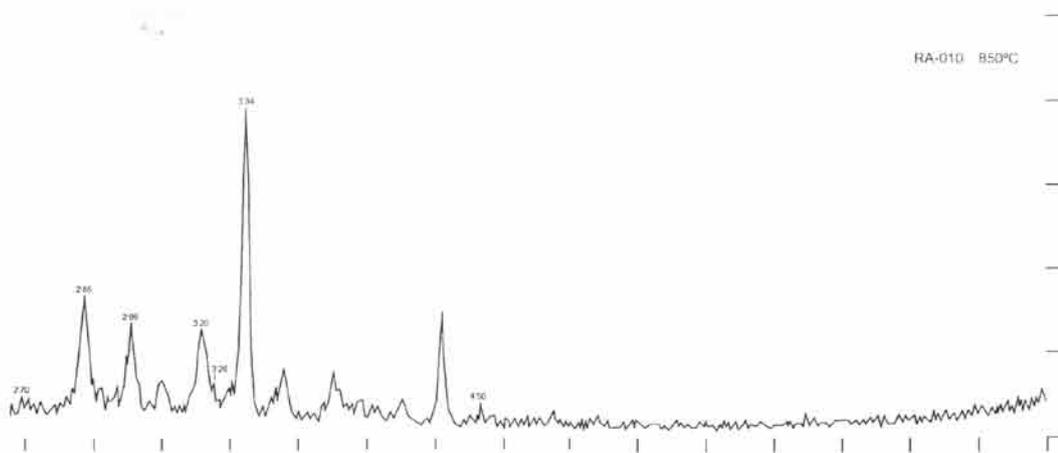
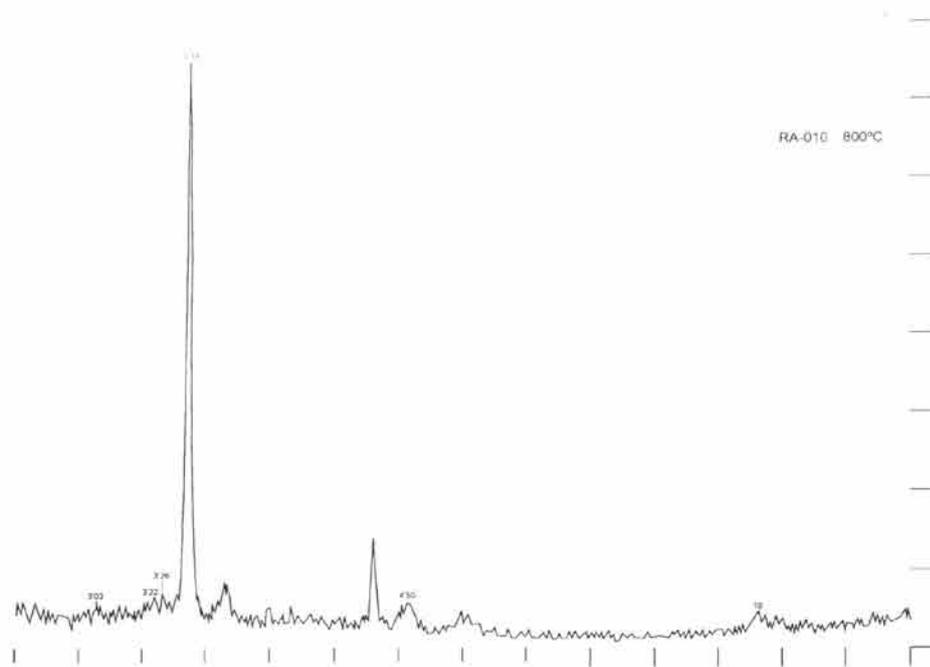


FIG. 11.1.3.1.1c. Diagrama de Difracción de Rayos X de la arcilla RA-010 cocida a 800 y 850°C

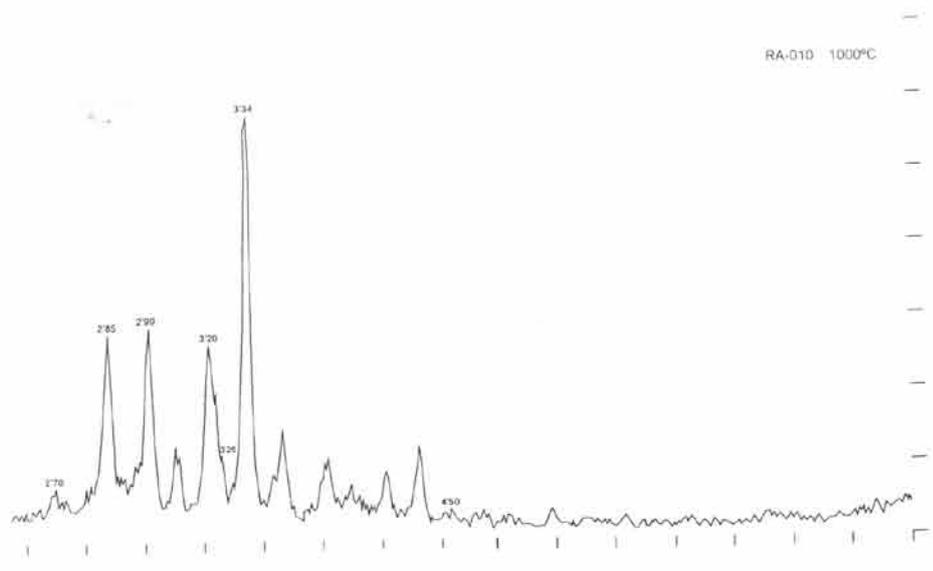
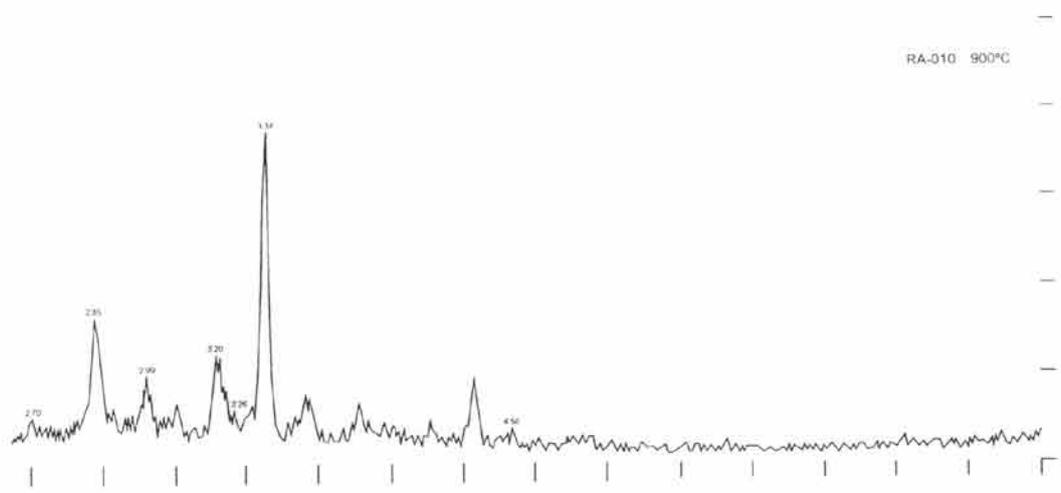


FIG. 11.1.3.1.1d. Diagrama de Difracción de Rayos X de la arcilla RA-010 cocida a 900 y 1000°C

de cocción, se investigaron varias propiedades que se conoce que varían con el grado de cochura, buscando convergencias de evidencia entre las distintas técnicas disponibles. Las técnicas, en principio, deberían requerir un equipamiento modesto y ser simples y adecuadas para trabajos de rutina.

Una de estas propiedades fue la densidad aparente de los fragmentos cerámicos que está íntimamente relacionada su porosidad. En piezas crudas o cocidas a muy bajas temperaturas, la densidad aparente puede ser elevada. Al incrementar la temperatura de cocción, la pérdida de agua estructural, etc., no siempre va acompañada de una contracción; en consecuencia, la porosidad aumenta y la densidad aparente disminuye. A temperaturas más altas puede producirse vitrificación, las partículas sólidas se reacomodan empaquetándose mejor cuando aparece el vidrio, y se produce una contracción de cocción, una disminución de la porosidad y un incremento paralelo de la densidad aparente. Por otra parte, la densidad aparente de partida podría depender de la granulometría de las materias primas, su mineralogía, técnica de moldeo (mano, torno), introducción de desgrasantes minerales o vegetales, etc., factores que pueden complicar la interpretación.

El proceso de contracción sufrido durante la cocción, no se puede medir en una pieza ya cocida, ya que se necesitaría conocer sus dimensiones antes y después de la cocción. Sólo se puede medir el resultado final (una alta densidad aparente, consecuencia de una fuerte contracción), lo cual, por sí mismo presenta cierto interés. Sin embargo, puede utilizarse una estrategia alternativa consistente en efectuar una segunda cocción a una temperatura alta. Si las piezas hubieran sido cocidas ya a esa temperatura, el efecto de una segunda cocción debería ser mínimo. De no ser éste el caso, una segunda cocción produciría una contracción y un incremento de densidad aparente notables, lo que podría interpretarse como prueba de una baja temperatura de cocción en la pieza original. La estrategia de utilizar una doble cocción para inferir la temperatura de cocción inicial ha sido utilizada en conexión con medidas de dilatometría, pero no se ha utilizado con la densidad aparente.

El procedimiento operativo fue el siguiente: se confeccionaron placas de 2x2 cm, con un grosor de 1 cm, aproximadamente. Las placas se dejaron secar al aire y después en estufa a 105 °C. A continuación se determinó su densidad aparente por inmersión en resina Saran. Las placas se cocieron en horno eléctrico a diferentes temperaturas (500, 600, 700, 800, 900 y 950 °C) durante 2 horas. Una vez enfriadas, se procedió a determinar de nuevo la densidad aparente. Después de esta primera cochura, se volvieron a cocer todas a 900°C y se volvió a determinar la densidad aparente.

En la Tabla 1 se recogen las densidades aparentes medidas en una serie de muestras experimentales. Estas muestras corresponden a arcillas calcáreas y a arcillas rojas no calcáreas, ya que se sabe de antemano que ambas tienen comportamientos muy distintos durante la cocción (Barahona, 1974).

Hay que hacer observar que hay seis réplicas de la densidad aparente de cada muestra sin cocer que corresponden a las seis probetas que se utilizaron para cocer a las diferentes temperaturas: Las medias y desviaciones típicas de estas replicas son:

Muestra	media	desv.tip	n
Ro-R	2.038	0.0172	6
RA-003	2.01	0.0533	6
RA-005	1.705	0.0295	6

RA-008	1.46	0.0210	6
RA-009	1.455	0.0197	6
RA-010	1.678	0.0117	6

Se comprueba la neta diferencia que existe en la densidad aparente de las probetas sin cocer de las 2 primeras muestras y el resto. Estas muestras corresponden a 2 arcillas rojas no calcáreas provenientes de la meteorización de areniscas. El resto son arcillas marinas calcáreas. La alta densidad de las arcillas rojas ya ha sido notada por otros autores (Barahona, 1974).

Dentro de cada grupo la dispersión, reflejada por la desviación típica, es relativamente pequeña. Esta dispersión recoge tanto el error analítico, como el de la variabilidad de la muestra de una misma arcilla (se han preparado 6 probetas diferentes). Bajo la hipótesis de que todas las muestras tienen una varianza común, la desviación típica dentro de los grupos (materiales diferentes) se puede computar simplemente promediando las varianzas ponderadas por los grados de libertad y recalculando después la desviación típica. Según esto se puede estimar la desviación típica dentro de los grupos en 0.0288, con 30 grados de libertad.

Para una diferencia de valores individuales la mínima diferencia significativa para un margen de confianza del 95% utilizando teoría de muestras grandes ( $n > 30$ ) vendría dada aproximadamente por

$$z_{0.025} * \sqrt{s^2 * 2/1}$$

siendo  $z$  aproximadamente 2, lo que nos da un valor de 0.081, por lo que, simplificando, se puede decir que los valores de densidad aparente dentro de una misma arcilla serán probablemente significativos si difieren en una décima. Esto no es un test estadístico riguroso y se puede tomar solamente a título orientativo.

Tabla 1. Densidad aparente de piezas sin cocer (s. c.) y cocidas a diferentes temperaturas

Arcilla	s. c.	500° C	s. c.	600° C	s. c.	700° C
Ro-R	2,07	2,06	2,03	1,94	2,04	1,89
Ro-003	2,07	1,90	2,03	1,87	2,01	1,85
Ro-005	1,75	1,64	1,72	1,55	1,70	1,44
Ro-008	1,47	1,35	1,45	1,32	1,45	1,21
Ro-009	1,45	1,35	1,46	1,32	1,46	1,21
Ro-010	1,68	1,60	1,67	1,53	1,69	1,41
	s. c.	800° C	s. c.	900° C	s. c.	950° C
Ro-R	2,03	1,88	2,04	1,90	2,02	1,87
Ro-003	2,02	1,81	2,02	1,82	1,91	1,73
Ro-005	1,70	1,40	1,70	1,52	1,66	1,30
Ro-008	1,49	1,20	1,47	1,27	1,43	1,21
Ro-009	1,48	1,23	1,46	1,31	1,42	1,25
Ro-010	1,68	1,39	1,69	1,49	1,66	1,37

## Cambio de densidad aparente entre las piezas sin cocer y cocidas a distintas temperaturas

	500°C	600°C	700°C	800°C	900°C	950°C
Ro-R	-0,01	-0,09	-0,15	-0,15	-0,14	-0,15
RA-003	-0,17	-0,16	-0,16	-0,21	-0,20	-0,18
RA-005	-0,11	-0,17	-0,26	-0,30	-0,18	-0,36
RA-008	-0,12	-0,13	-0,24	-0,29	-0,20	-0,22
RA-009	-0,10	-0,14	-0,25	-0,25	-0,15	-0,17
RA-010	-0,08	-0,14	-0,28	-0,29	-0,20	-0,29
MEDIA	-0,10	-0,14	-0,22	-0,25	-0,18	-0,23

Se puede apreciar que en las arcillas rojas (Ro-R y RA-003) los cambios de densidad aparente son menos acusados que en las calcáreas y las curvas tienen un hábito diferente de estas últimas. Esto se puede justificar porque en las primeras sólo se produce pérdida de agua de hidroxilación, mientras que en las segundas se produce, además, pérdidas de CO<sub>2</sub> por descomposición de los carbonatos.

Excepto para la muestra RA-003 la cocción produce una reducción progresivamente mayor de densidad aparente hasta los 700-800°C. lo cual implica un aumento de la porosidad que como ya se ha explicado proviene de la pérdida de materia (agua, CO<sub>2</sub>) no acompañada de cambios dimensionales importantes. A 900°C se aprecia un incremento relativo de la densidad aparente, que vuelve a disminuir a los 950°C en las arcillas calcáreas. Posiblemente el incremento de densidad aparente que se produce a los 900°C podría achacarse a un inicio de la vitrificación que favorecería un mejor empaquetamiento de las partículas. Sin embargo no es fácil de imaginar el motivo de la nueva disminución de densidad aparente que se produce en las arcillas calcáreas a 950°C. Esto habría que confirmarlo en un estudio con mayor número de muestras para eliminar el efecto del posible error experimental. En principio, sin embargo, los indicios son que la mínima densidad aparente (o máxima porosidad) se produce en un tramo de temperaturas de cocción comprendido entre los 700 y los 800°C).

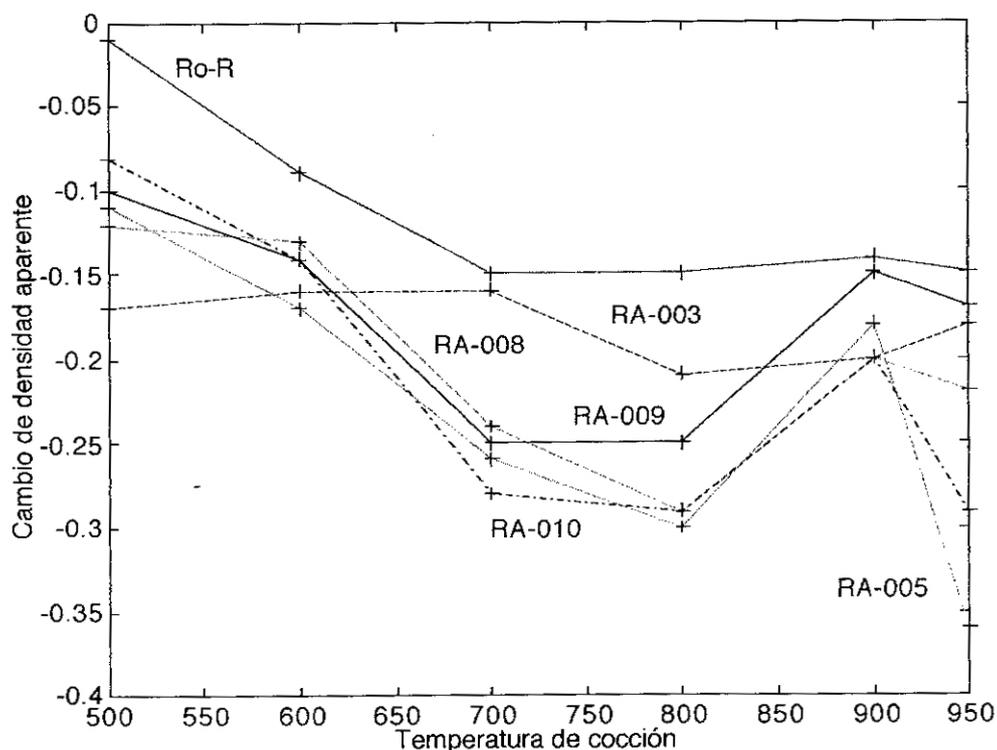


FIG. 1. Cambios de densidad aparente que se producen en la cocción, tomando como referencia de las piezas no cocidas

Desde el punto de vista del diagnóstico de las temperaturas de cocción, la evolución de la densidad aparente tiene un interés limitado dado que lo normal es que no se conozca (y que no se pueda conocer) cual es la densidad aparente

de los materiales sin cocer que es la que nos ha servido de referencia al calcular los cambios. Sin otra información adicional la única precisión que se puede hacer es que las densidades aparentes altas aparecen tanto en los materiales poco cocidos, como muy cocidos y que las bajas son mas frecuentes en las temperaturas intermedias (700-800°C), al menos en las arcillas calcáreas.

Una estrategia posible para paliar este inconveniente es realizar una segunda cocción de las cerámicas a una temperatura fija relativamente alta (por ejemplo 900°C). Esta operación es factible en las cerámicas arqueológicas: se determina su densidad aparente, se cuecen a la temperatura elegida y se vuelve a determinar la densidad aparente. La hipótesis subyacente es que si las cerámicas estaban cocidas a bajas temperaturas los cambios en la bicocción serán los pertinentes, mientras que si la temperatura de cocción fue superior a los de la bicocción no se deberían producir cambios notables.

Estas experiencias se realizaron con las arcillas experimentales y los resultados se recogen en la Tabla 2.

### Cambio de densidad aparente con la bicocción

	500°C	900°C	dif.	600°C	900°C	dif	700°C	900°C	dif
Ro-R	2,06	1,89	-0,17	1,94	1,88	-0,06	1,89	1,87	-0,02
RA-003	1,9	1,79	-0,11	1,87	1,87	0	1,85	1,84	-0,01
RA-005	1,64	1,51	-0,13	1,55	1,58	0,03	1,44	1,56	0,12
RA-008	1,35	1,27	-0,08	1,32	1,29	-0,03	1,21	1,31	0,1
RA-009	1,35	1,28	-0,07	1,32	1,27	-0,05	1,21	1,3	0,09
RA-010	1,6	1,5	-0,1	1,53	1,51	-0,02	1,41	1,51	0,1
media			-0,1			0			0,06
des.tip.			0,0363			0,0331			0,0615

	800°C	900°C	dif	900°C	900°C	dif	950°C	900°C	dif
Ro-R	1,88	1,83	-0,05	1,9	1,83	-0,07	1,87	1,81	-0,06
RA-003	1,81	1,82	0,01	1,82	1,82	0	1,73	1,75	0,02
RA-005	1,4	1,39	-0,01	1,52	1,39	-0,13	1,3	1,39	0,09
RA-008	1,2	1,29	0,09	1,27	1,29	0,02	1,21	1,28	0,07
RA-009	1,23	1,27	0,04	1,31	1,27	-0,04	1,25	1,28	0,03
RA-010	1,39	1,41	0,02	1,49	1,41	-0,08	1,37	1,4	0,03
media			0,02			-0,1			0,03
des.tip.			0,0472			0,0551			0,0518

Observando la gráfica presentada en la Fig. 1., lo que es de esperar es que en el caso de las muestras calcáreas que se cocieron a 500°C se produzca una disminución pequeña de densidad aparente al volverlas a cocer a 900°C; en las muestra cocidas a 600°C, el cambio debería ser nulo y en las cocidas entre 700 y 800°C debería haber un aumento de densidad aparente más o menos del mismo orden.

Al observar los resultados recogidos en la Tabla 2 vemos que esto se cumple por promedio; pero los efectos son muy pequeños y los cambios para una determinada muestra son difíciles de predecir. Las muestra que ya estaban cocidas a

900°C vuelven a disminuir su densidad aparente al volverlas a cocer a la misma temperatura con un efecto relativamente grande, lo que es difícil de justificar y lo que nos indica que 1) el comportamiento a la cocción no es tan regular como para tener un valor práctico de diagnóstico y 2) los errores del procedimiento de determinación son demasiado grandes e introducen un ruido que oscurece la interpretación de los resultados.

En la Tabla 2 se recogen los cambios de densidad aparente que sufren las arcillas experimentales con la bicocción a 900°C. Para cada muestra, se indican las temperaturas de la primera cocción, de la segunda y las diferencias de densidad aparente registradas.

De todas formas se realizaron experimentos de bicocción a 900°C con cerámicas arqueológicas de las que se tiene una idea de las temperaturas de cocción original a través de su época, tipología y composición mineralógica (fases de alta temperatura, etc..) y algunas experimentales que se cocieron en hoguera que, como ya se ha dicho más arriba, no superaron los 720° C de temperatura en su cocción. Las muestras cerámicas se clasificaron en 3 grupos:

El grupo 1, considerado de temperatura de cocción muy alta, comprende las muestras cerámicas que no tienen filosilicatos en su composición (se supone que se han descompuesto por la cocción), pero sí fases de alta temperatura (plagioclasas, gehlenita, diópsido y wollastonita). A este grupo correspondería solamente parte de las cerámicas de época orientalizante.

En el grupo 2, de temperatura alta, estarían las cerámicas con filosilicatos y fases de alta temperatura. El hecho de que los filosilicatos persistan indicaría una temperatura de cocción alta (ya que hay fases de alta temperatura), pero inferior a la del grupo anterior. En este grupo se incluirían la mayor parte de las cerámicas correspondientes a todas las épocas.

En el grupo 3 incluimos las cerámicas consideradas temperatura de cocción baja, en las que entrarían las que poseen en su mineralogía calcita y dolomita y no tienen fases de alta temperatura. En este grupo hemos incluido las muestras cerámicas que se realizaron con las arcillas Miocenas para la cocción experimental realizada aire libre en el campo.

La observación de esta tabla pone de manifiesto que el comportamiento promedio de los tres grupos es indistinguible, siendo los efectos del mismo signo y más o menos de la misma magnitud. Aparte de ello, el coeficiente de variación dentro de un mismo grupo es del orden del 100 % del valor de la media. En consecuencia se puede concluir que los ensayos de cambio aparente que se consiguen con una bicocción a 900°C no tienen valor diagnóstico alguno. Quizás queda por ensayar el realizar la bicocción a una temperatura más alta (1000-1050°C).

#### Contracción de cocción.

Para hacer las medidas de densidad aparente hay que medir los volúmenes de las piezas, antes y después de cada experimento de cocción. Los datos de volumen pueden utilizarse para calcular la contracción de cocción que sufre igualmente una evolución paralela, pero no igual, a los cambios de densidad.

En la Tabla 4 se recogen las contracciones de cocción registradas para las muestras experimentales sometidas a bicocción en horno eléctrico. La contracción en volumen se expresa como porcentaje del volumen inicial y viene dada por

Tabla 3

## Cambio de densidad aparente de las cerámicas con la bicocción

GRUPO 1 Temperatura de cocción muy alta			
		900o C	dif.
Ac'85-4059-69	1,7	1,67	-0,03
Ac'85-4071	1,67	1,62	-0,05
Ac'85-4104-32	1,68	1,64	-0,04
Ac'85-4272	1,66	1,62	-0,04
Ac'88-20890	1,57	1,43	-0,14
Ac'88-20895	1,55	1,38	-0,17
Ac'88-20928	1,55	1,47	-0,08
Ac'88-20942	1,46	1,42	-0,04
	Media		-0,074
	Desv.Tip.		0,053
GRUPO 2 Temperatura de cocción alta			
		900o C	dif.
Ac'83-3001-3	1,71	1,6	-0,11
Ac'83-3022	1,8	1,7	-0,1
Ac'85-4119	1,58	1,5	-0,08
Ac'85-4185-1	1,71	1,65	-0,06
Ac'85-4242-13	1,69	1,6	-0,09
Ac'85-4334	1,67	1,69	0,02
Ac'86-13029	1,76	1,76	0
Ac'86-13243	1,69	1,65	-0,04
	Media		-0,058
	Desv.Tip.		0,047
GRUPO 3 Temperatura de cocción baja			
		900o C	dif.
RA-005ch3	1,59	1,61	0,02
RA-008pl1	1,64	1,55	-0,09
RA-008pl3	1,51	1,42	-0,09
RA-009pl	1,48	1,43	-0,05
RA-009ch1zbr	1,51	1,42	-0,09
RA-009ch1sbr	1,45	1,4	-0,05
RA-009-1ch7b	1,69	1,61	-0,08
RA-009-2plf	1,83	1,55	-0,28
	Media		-0,089
	Desv.Tip.		0,086

$$CVO = (V_i - V_{900}) / V_i * 100$$

donde

CVO es la contracción de volumen (%)

$V_i$  = volumen de la pieza a la temperatura  $i$  (Volumen inicial);

$V_{900}$  = volumen de la pieza recocida a 900°C

Contracción de cocción producida por la bicocción a 900°C

En la tabla se dan los volúmenes de las piezas en cm<sup>3</sup> y la contracción de cocción (CVO%)

Tabla 4. Cambios de volumen con la bicocción en arcillas experimentales

	500°C	900°C	CVO %	600°C	900°C	CVO %	700°C	900°C	CVO %
Ro-R	4,417	4,53	-2,56	4,609	4,664	-1,19	4,211	4,195	0,38
RA-003	5,37	5,543	-3,22	5,341	5,273	1,27	5,689	5,647	0,74
RA-005	5,958	5,397	9,42	5,756	4,979	13,5	5,582	4,895	12,31
RA-008	7,285	6,626	9,05	6,895	6,235	9,57	6,69	5,866	12,32
RA-009	3,964	3,613	8,85	4,51	4,173	7,47	5,225	4,658	10,85
RA-010	4,246	3,794	10,65	4,248	3,743	11,89	4,849	4,214	13,1
Media de las muestras no calc.			-2,9			0,04			0,56
Media de las muestras calcár.			9,49			10,61			12,14

	800°C	900°C	CVO %	900°C	900°C	CVO %
Ro-R	5,044	5,156	-2,22	4,653	4,799	-3,14
RA-003	5,182	5,145	0,71	5,59	5,684	-1,68
RA-005	5,051	5,075	-0,48	3,75	4,062	-8,32
RA-008	5,565	5,134	7,74	6,055	6,157	-1,68
RA-009	4,441	4,293	3,33	4,594	4,705	-2,42
RA-010	4,52	4,426	2,08	4,269	4,39	-2,83
Media de las muestras no calc.			-0,75			-2,41
Media de las muestras calcár.			3,17			-3,81

Como se puede apreciar el comportamiento de las arcillas rojas no calcáreas (muestras Ro-R y RA-003 es netamente distinto del resto (arcillas calcáreas), y los valores medios se han calculado por separado. En las arcillas no calcáreas los cambios de contracción son casi nulos – ligeramente positivos o negativos – en el intervalo entre 500 y 900°C. En las arcillas calcáreas, carácter que tiene la mayoría de las cerámicas arqueológicas estudiadas, hay un incremento de la contracción entre 500 y 700°C, entre los 700-800°C hay una disminución de la contracción de bicocción y las arcillas cocidas a 900°C sufren incluso una pequeña expansión (contracción negativa) cuando se vuelven a cocer a la misma temperatura. En conjunto, el hábito de las curvas de contracción es relativamente lineal para las arcillas calcáreas (Fig. 2.), lo que en principio sería favorable para utilizar esta propiedad (la contracción a la bicocción), como elemento diagnóstico de la temperatura de cocción de las cerámicas arqueológicas. De todas formas, el comportamiento de cada muestra es bien distinto. Dentro de la colección de arcillas calcáreas, por ejemplo, las que se cocieron inicialmente a 800°C experimentan una contracción al volverlas a cocer a 900°C que varía entre -2.2 (ligera expansión) a 7.74. Por ello es de prever que un valor aislado tenga un valor predictivo muy restringido.

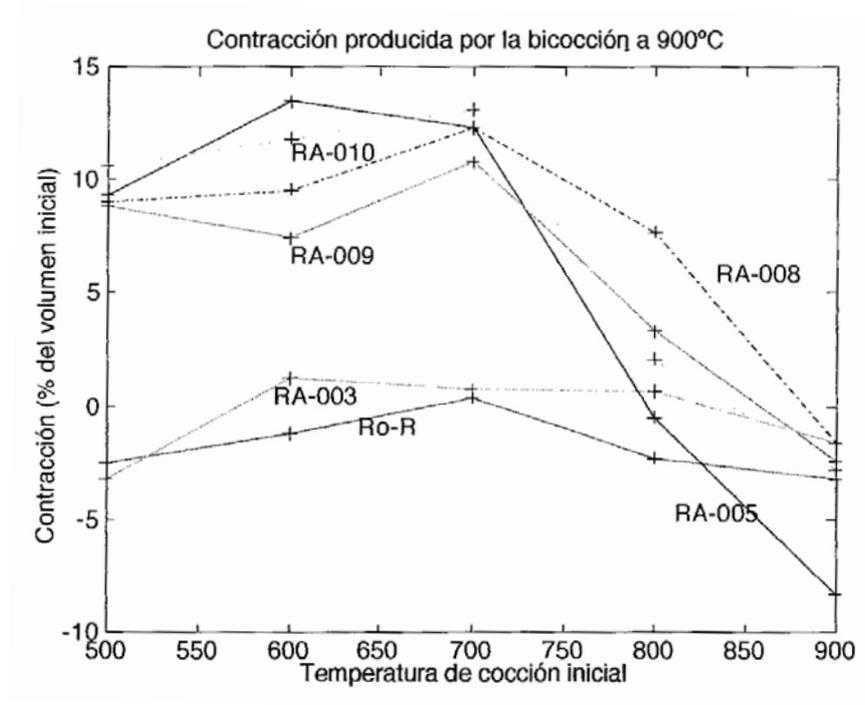


FIG. 2

Sin embargo si se representan en un diagrama de dispersión los cambios de contracción y de densidad aparente que tienen lugar con la bicoccción (Fig.3.) se puede observar que las piezas cocidas a diferentes temperaturas forman cluster o agrupaciones bien definidas en el diagrama, lo que hace pensar que el tener en cuenta ambas características a la vez puede tener un valor discriminante frente a la temperatura. En la figura siguiente (Fig. 4.) se señalan con cruces las muestras arqueológicas superpuestas al mismo diagrama, pudiendo comprobarse que éstas ocupan posiciones que no coinciden con las experimentales. Un análisis discriminante aplicado a este conjunto de datos demostró, en efecto, que esta estrategia no resulta efectiva.

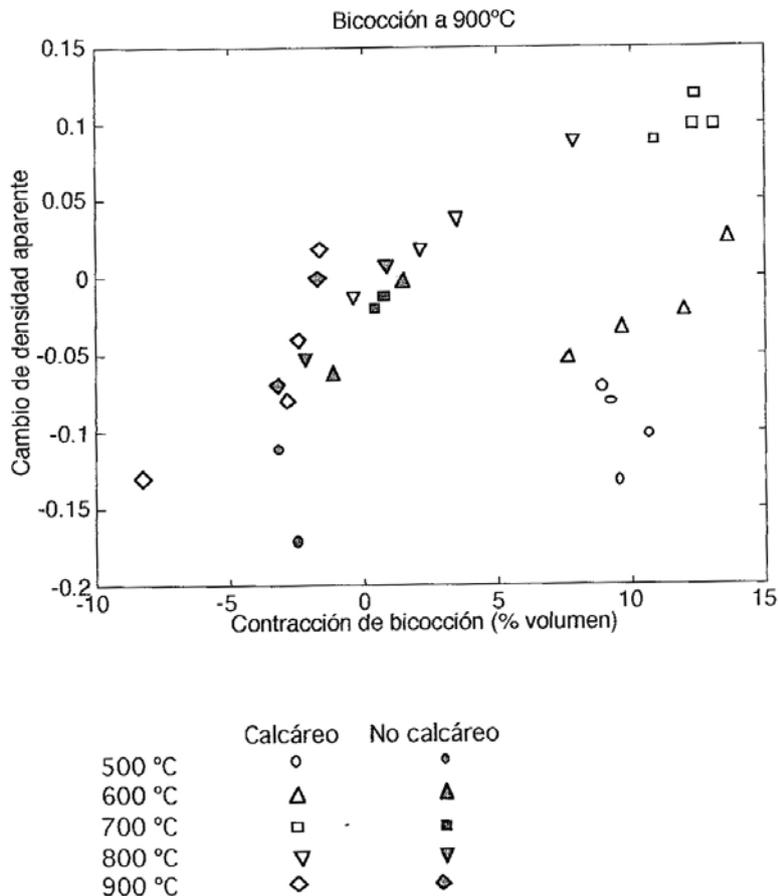


FIG. 3

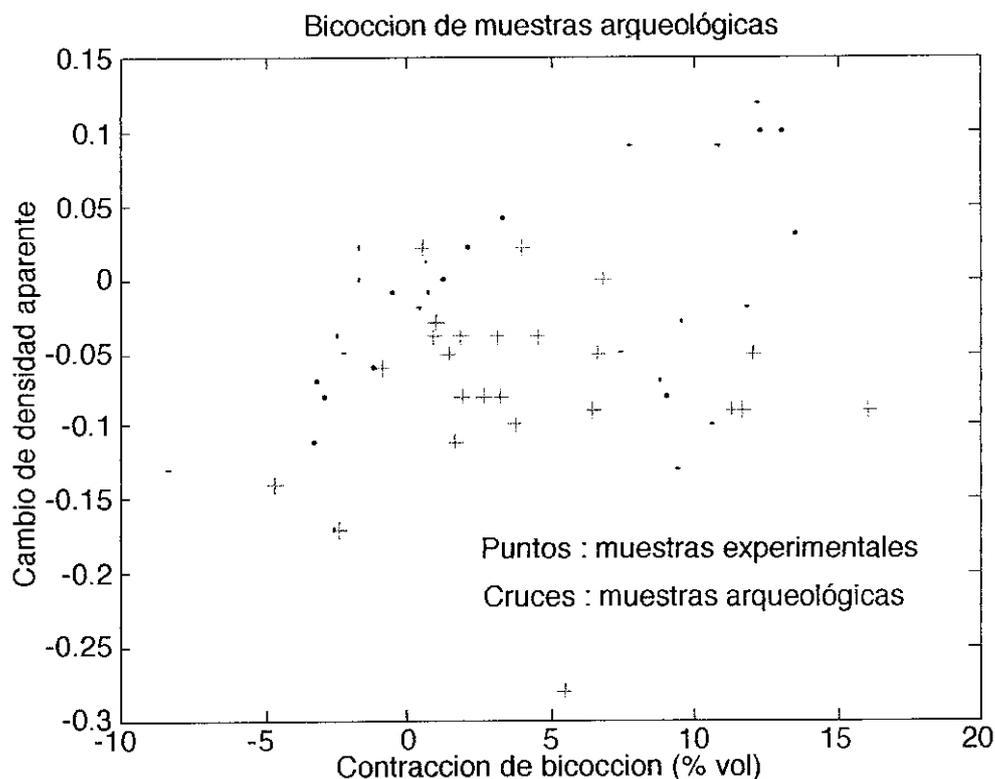


FIG. 4

### 11.1.3.3. Área Específica

La superficie por unidad de masa de un material depende de su granulometría y de la forma de las partículas. Varía desde unos pocos metros (arenas) a varios centenares de metros cuadrados por gramo (arcillas). La determinación precisa del área específica es tediosa y complicada; sin embargo, se puede hacer una estimación satisfactoria a través de la absorción de humedad por el material bajo condiciones de tensión de vapor de agua controladas. En el caso de las cerámicas, la absorción de humedad ha sido utilizada para la caracterización de materias primas desde hace tiempo (Keeling, 1966, Barahona 1974). Esta determinación no se utilizó en materiales cocidos; sin embargo, pensamos que puede tener interés para la determinación de las temperaturas de cocción ya que la cocción implica un colapso, a veces irreversible, de la estructura de los minerales de la arcilla, sinterización y finalmente, conforme se incrementa la temperatura, vitrificación, más o menos extendida, de la matriz fina. Es de esperar, por tanto, que la superficie específica vaya disminuyendo al aumentar la temperatura de cocción. Como consecuencia es posible que el área específica se puede utilizar como un predictor eficiente de la temperatura de cocción. Para comprobar esta hipótesis se hicieron ensayos con probetas experimentales, cocidas en el laboratorio a temperaturas conocidas y a distintos tiempos de cocción.

Tabla 1 Cambios de la superficie específica con la temperatura y el tiempo de cocción  
2 horas de maduración

Temp. °C	RA-003	RA-005	RA-008	RA-010
	m <sup>2</sup> /g	m <sup>2</sup> /g	m <sup>2</sup> /g	m <sup>2</sup> /g
110	71,1	119,2	110,2	126,2
700	20,6	35	34	30,2
800	19,7	10,6	16	11,8
850	7,6	4,8	2,3	2

900            9,3            3,3            4,3            1,7  
 5 horas de maduración

Temp. °C	RA-003	RA-005	RA-010
	m <sup>2</sup> /g	m <sup>2</sup> /g	m <sup>2</sup> /g
110	71,1	119,2	126,2
500	26,5	46,2	37,4
600	22,4	41,2	33
700	17,9	29,6	21
800	12,2	4,8	4,2
900	15,7	3,3	5
1000	13,3	4	4,6

La Tabla 1 muestra los valores obtenidos para una selección de arcillas cocidas a temperaturas comprendidas entre 500 y 1000°C durante 2 y 5 horas. Existen diferencias entre las dos series de datos que son achacables, tanto a los tiempos de cocción, como a la variabilidad de los materiales dentro de una misma muestra. Dado que en la práctica, la duración de la cocción de las cerámicas arqueológicas es desconocida y pudo ser muy variable, se utilizaron ambas series de datos para estudiar la relación entre área específica y temperatura de cocción, con lo que se espera que los resultados sean más generalizables. Estos resultados se muestran gráficamente más abajo. Puede apreciarse que el área de las arcillas no cocidas está comprendida en el intervalo 71-126 m<sup>2</sup>/g. Las diferencias entre los distintos materiales pueden ser debidas tanto a la cantidad como a la mineralogía de las arcillas (proporción de illita, esmectita, caolinita etc..). Conforme se va haciendo más alta la temperatura de cocción, el área se va reduciendo y en las piezas cocidas a 850-900°C tiene valores comprendidos entre 2 a 9 m<sup>2</sup>.

La ecuación de regresión entre el área específica y la temperatura de cocción es:

$$s = 107 - 0.117 t \quad ; \quad r^2 = 0.85$$

donde

s es la superficie específica en m<sup>2</sup>/g y  
 t es la temperatura de cocción en °C.

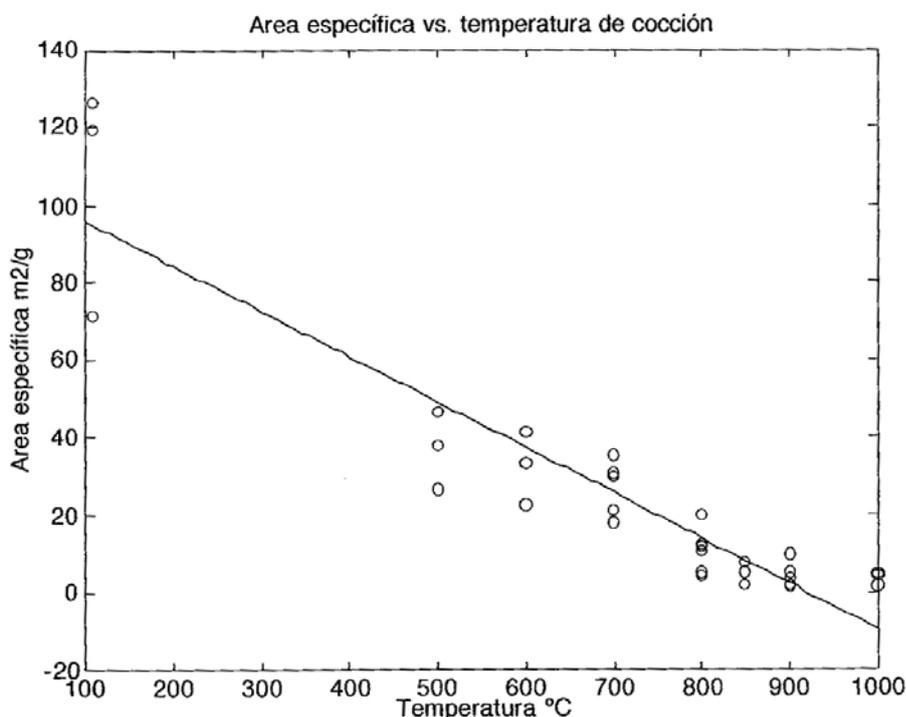


Tabla 2 Área específica de las muestras experimentales de la cocción al aire libre:

Muestras experimentales de la cocción al aire libre:

Muestra	pieza	área (m <sup>2</sup> /g)	Temp. estimada
RA-005	pl1	27,9	681
RA-005	ch3	43,3	549
RA-005	plsn	4,8	878
RA-008	pl1	24,8	707
RA-008	pl2	16,6	777
RA-008	pl3	27,9	681
RA-008	ch7n	20,6	743
RA-009	ch1sdr	21,4	736
RA-009	pl	26,7	691
RA-009-1	ch7	12,2	815
RA-009-2	bruñido	11,4	822
RA-009-2	plf	17,8	767

En la Tabla 2 se dan las áreas determinadas en una serie de piezas que se cocieron en una hoguera al aire libre y las temperaturas de cocción estimadas de acuerdo con la ecuación de regresión obtenida. El control de temperatura en la cocción experimental se efectuó mediante conos pirométricos colocados en puntos aleatorios de la hoguera, y del comportamiento de los conos se puede inferir que las temperaturas de cocción no debieron ser superiores a 750°C. Salvo cuatro casos las temperaturas de cocción estimadas a partir de la ecuación de regresión son coherentes con las suministradas por los conos. Hay que tener en cuenta que en una hoguera a cielo abierto el reparto de temperaturas puede ser muy variable, con variaciones importantes incluso para una misma pieza, como puede apreciarse por los cambios de color de la misma.

En la tabla 3 se recogen las áreas específicas y temperaturas de cocción estimadas de una serie de piezas arqueológicas de distintas épocas. Puede apreciarse que las áreas son bastante altas y que, en consecuencia las temperaturas de cocción estimadas son bajas y en muchos casos muy bajas, del orden de 300°C. Los datos de temperatura que se obtienen no están de acuerdo con las evidencias obtenidas por otras vías, así, por ejemplo, muchos de estos fragmentos muestran una mineralogía con fases de alta temperatura (gehlenita, diópsido, wollastonita) por lo que la temperatura de cocción no debió de ser inferior a 850°C. La consecuencia que se puede obtener de todo lo dicho, es que la superficie específica es un indicador pobre de la temperatura de cocción de las cerámicas arqueológicas, debido, probablemente, a los cambios mineralógicos que sufren las cerámicas durante su enterramiento prolongado en medio húmedo y con altas presiones parciales de carbónico, como son los suelos y sedimentos que constituyen el depósito arqueológico. Posiblemente los fenómenos de alteración por meteorización dan lugar a la reconstrucción y formación de filosilicatos y materiales amorfos en cantidades suficientes como para incrementar significativamente la superficie específica de los materiales. Esto implica que habría que efectuar una corrección que tuviera en cuenta este efecto, lo que está fuera de los objetivos propuestos en esta memoria.

Tabla 3 Area específica de las muestras arqueológicas

Muestra	Época	Área m <sup>2</sup> /g	Temp. estimada °C
40730	bp	68,9	330
40786	bp	27,2	687
41211	bp	47	518
4909-71	bfpt	54	458
4913	bfpt	48,9	501
4164	bfpt	66,8	348
4897	bfpt	49,4	497
2562-10	bfpt	32,6	641
4055	bft	27,9	681
2021	bft	6,2	866
13001	bft	34	629
20030	or	53,1	465
3134	or	71	312
4278-3	or	36,2	610
20085	or	36,7	606
4024-1	or	33,3	635
4264	or	39,2	584
20890	or	20	748
20895	or	16,3	780
41080	bp	49,3	498
41130	bp	44,2	541
6785	c	25,2	704
41210	bp	49	500
4071	or	14,9	792
4233-1	or	15,2	789

Sin embargo más abajo, se propondrá un modelo en que se utilizan todas las evidencias disponibles para enjuiciar la temperatura de cocción de las piezas y en el que se incluye el área específica como un elemento de juicio.

#### 11.1.3.4. Dilatometría

Con objeto de determinar la temperatura de cocción de las piezas cerámicas se llevo a cabo un estudio de contracción a velocidad de calentamiento constante (CRH). Los ensayos se realizaron sobre probetas de aproximadamente 17 mm, de las muestras 40786, 20895, 20942, 20825, 20972 y de 4 mm para las muestras 6711, 41210. Se utilizó un dilatómetro Adamel Lhomargy con tubo de cuarzo, que trabajó en atmósfera de aire, en el intervalo 25-950°C y a una velocidad de calentamiento de 2°C/min, manteniéndose a 950°C durante 2 horas y bajando la temperatura a una velocidad de 5°/min.. Tras el ensayo dilatométrico, las probetas resultantes fueron analizadas por Difracción de Rayos X. Se utilizó un Difractómetro Siemens D-5000, con tubo de Níquel, con un barrido en etapas de 0.025° 2q y 20 s, en

el intervalo 16-42° 2 $\theta$ . El estudio por microscopía óptica (MOR) se llevó a cabo sobre la superficie de piezas pulidas con diamante de 1  $\mu$ m. Por comparación se estudiaron también las piezas originales.

Los datos mineralógicos de las piezas originales obtenidos por Difracción de Rayos X indicaban la coexistencia de fases secundarias tales como gehlenita y diópsido con minerales de la arcilla e incluso con carbonato cálcico, así como la existencia de óxidos de hierro generalmente de tipo hematitas y en algún caso con abundante magnetita (40786).

El estudio por DRX se ha realizado sobre las piezas originales y sobre las resultantes del ensayo CRH. La ventaja de realizar los difractogramas en piezas no molidas es que al mantener la microestructura del material pueden observarse, en algunos casos, las diferencias existentes entre distintas zonas de la misma muestra. Desafortunadamente, en materiales tan escasamente homogéneos como los que aquí se estudian, este método no permite hacer valoraciones cuantitativas de la evolución de fases existentes. En algunos casos se ha realizado un ensayo adicional sobre muestra molida por el método de polvo desorientado.

De acuerdo con los curvas de dilatación-contracción obtenidas (Fig.11.1.3.4.1 a Fig.11.1.3.4.7.), las piezas pueden dividirse en tres grupos:

Grupo I: 20895, 20942, 20825, 20972,

Grupo II: 6711, 41210.

Grupo III: 40786.

En el grupo I, se incluyen aquellas piezas que muestran un leve efecto de dilatación en todo el intervalo de temperaturas del ensayo.

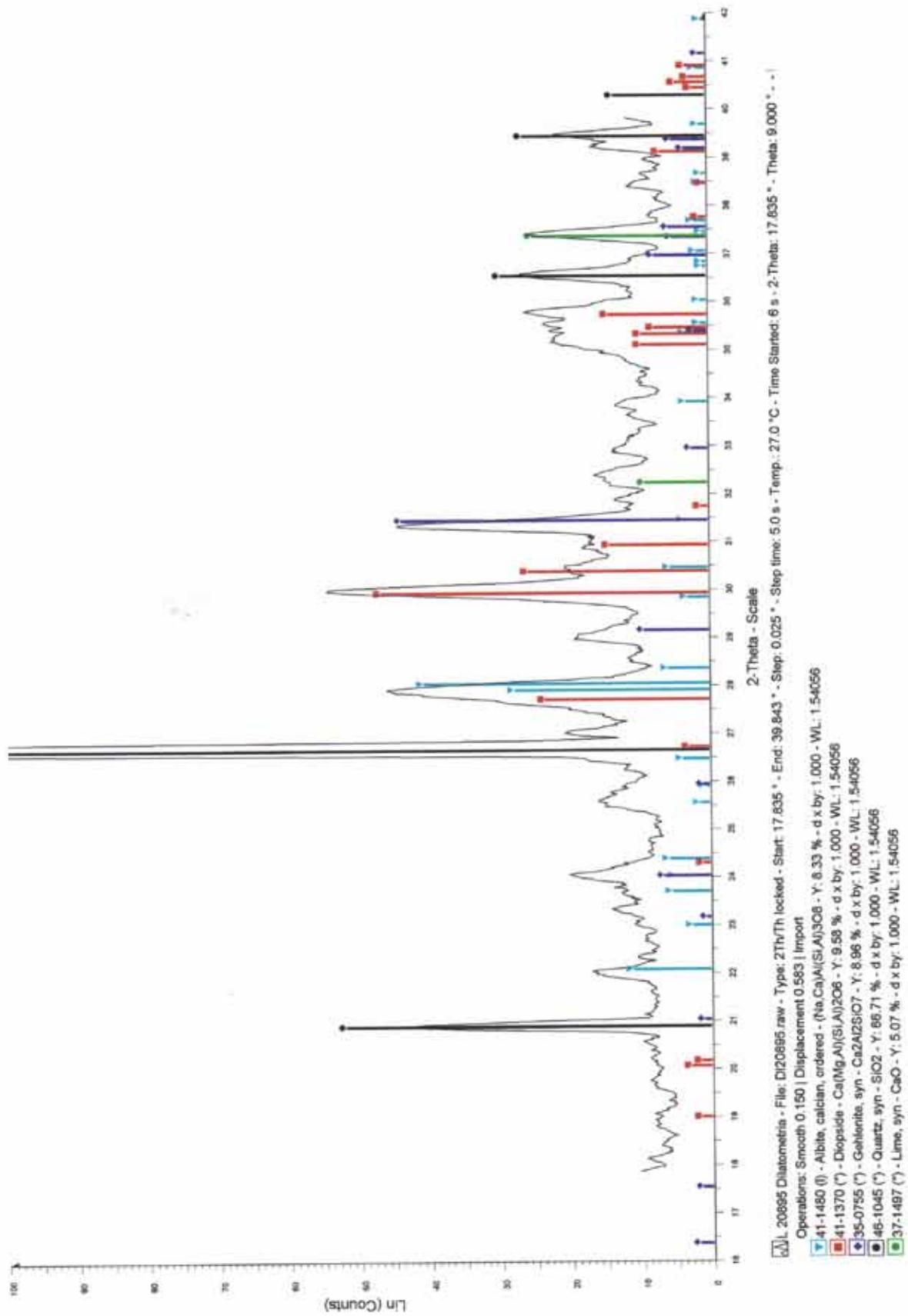
Las probetas del primer grupo sufren durante el calentamiento un suave proceso de expansión, que oscila entre 0.75 y 1.02% de las muestras 20825 y 20985, respectivamente. El hábito de las curvas DL/Lo, frente a la temperatura, presenta en todos los casos un brusco cambio de pendiente en la zona de temperaturas medias, 550-650°C, consistente con el alto contenido de cuarzo presente en estas piezas. En este intervalo, la expansión sufrida por las probetas varía, correspondiendo la máxima contracción a la muestra 20972, con 0.026% y la más baja a la 20985, con 0.022%.

A partir de 700°C y hasta 950°C, temperatura final del ensayo, las muestras 20972 y 20985 sufren un proceso de expansión continuo, mientras que en las 20942 y 20825, las probetas presentan una meseta de casi 100°C en que no experimentan cambio dimensional apreciable, iniciándose a 800°C un nuevo proceso de expansión. El proceso expansivo en esta región de temperaturas presenta también mayores diferencias, siendo de 0.020 y 0.018 % en las muestras 20985 y 20942, y tan solo de 0.009 y 0.012 % en las 20825 y 20972.

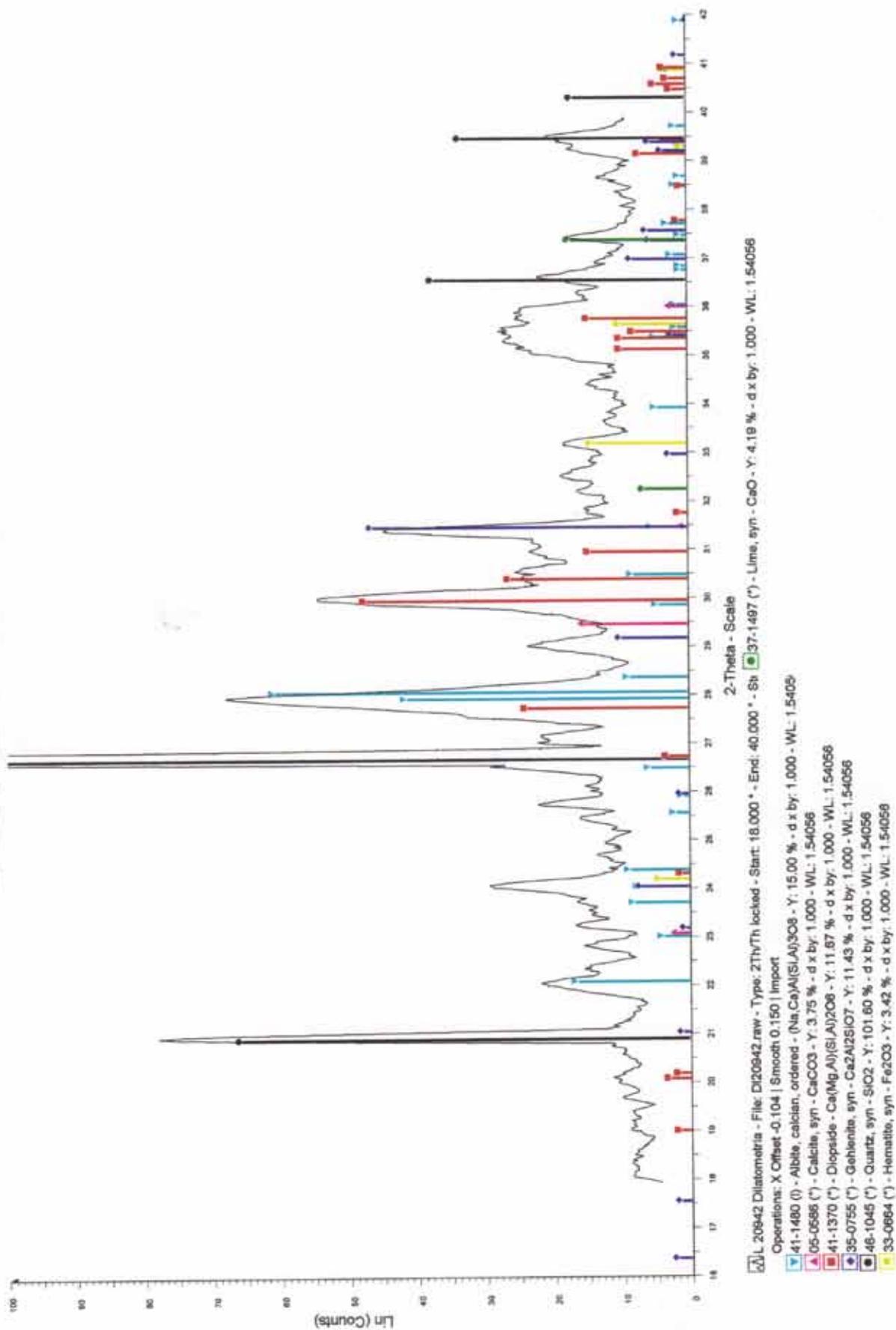
Todas las probetas del grupo I presentaban tras el ensayo CRH tonos rojos o naranjas uniformes en la matriz. En las muestras originales los tonos eran pardos o beige en las muestras 20895 y 20942, mientras que en la 20972 y 20825 presentaban corazón gris verdoso y coronas de tono rojo o pardo rojizo hacia el exterior.

Las dos muestras del grupo II, presentan por el contrario tonos marrón oscuro a negro en las piezas originales y rojizos tras el tratamiento térmico. En el caso de 6711 la matriz rojiza mostraba zonas de hasta 2 mm fuertemente rojas y era atravesada por multitud de canales de color rojo intenso.

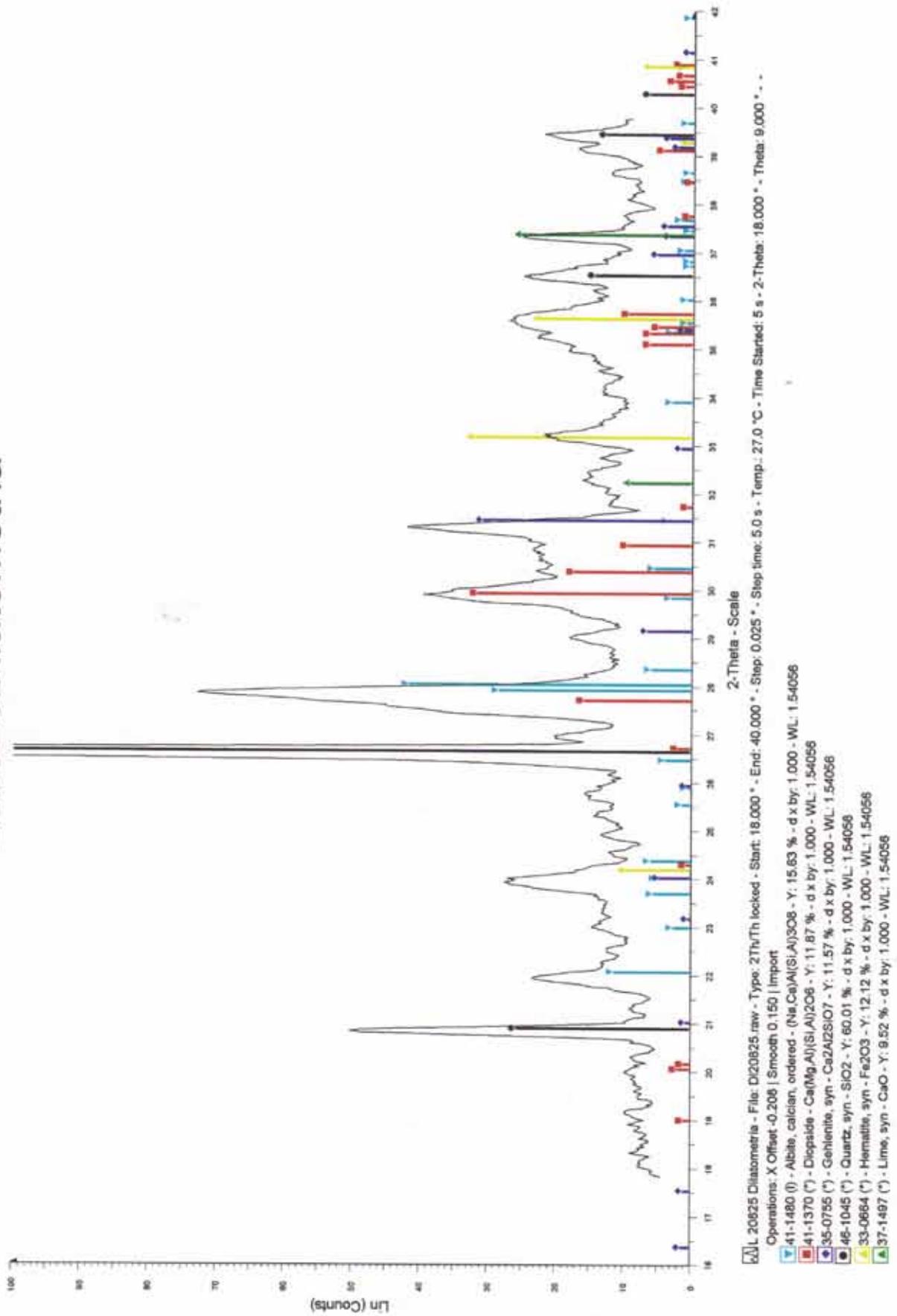
# L 20895 Dilatometría



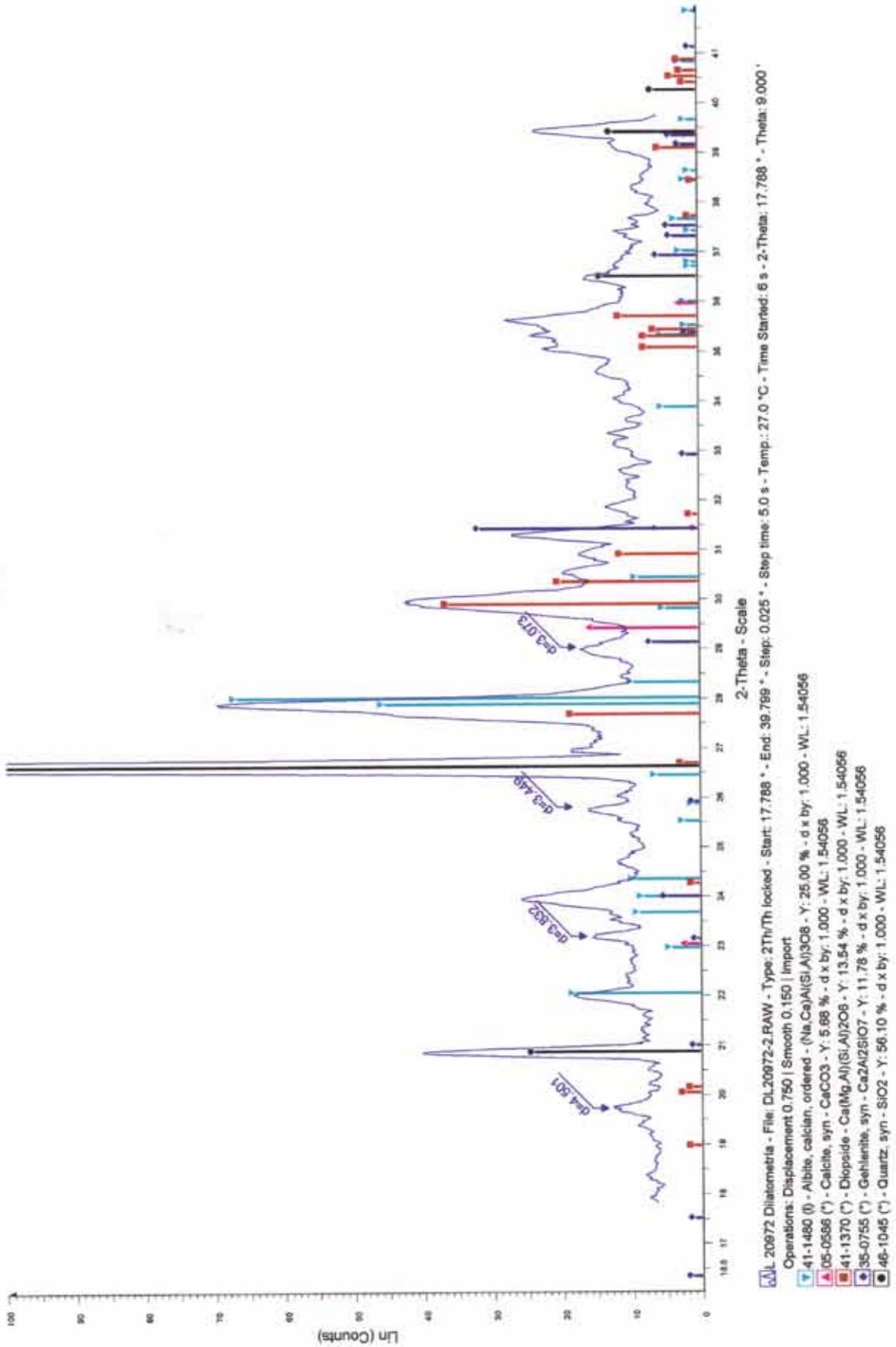
# L 20942 Dilatometría



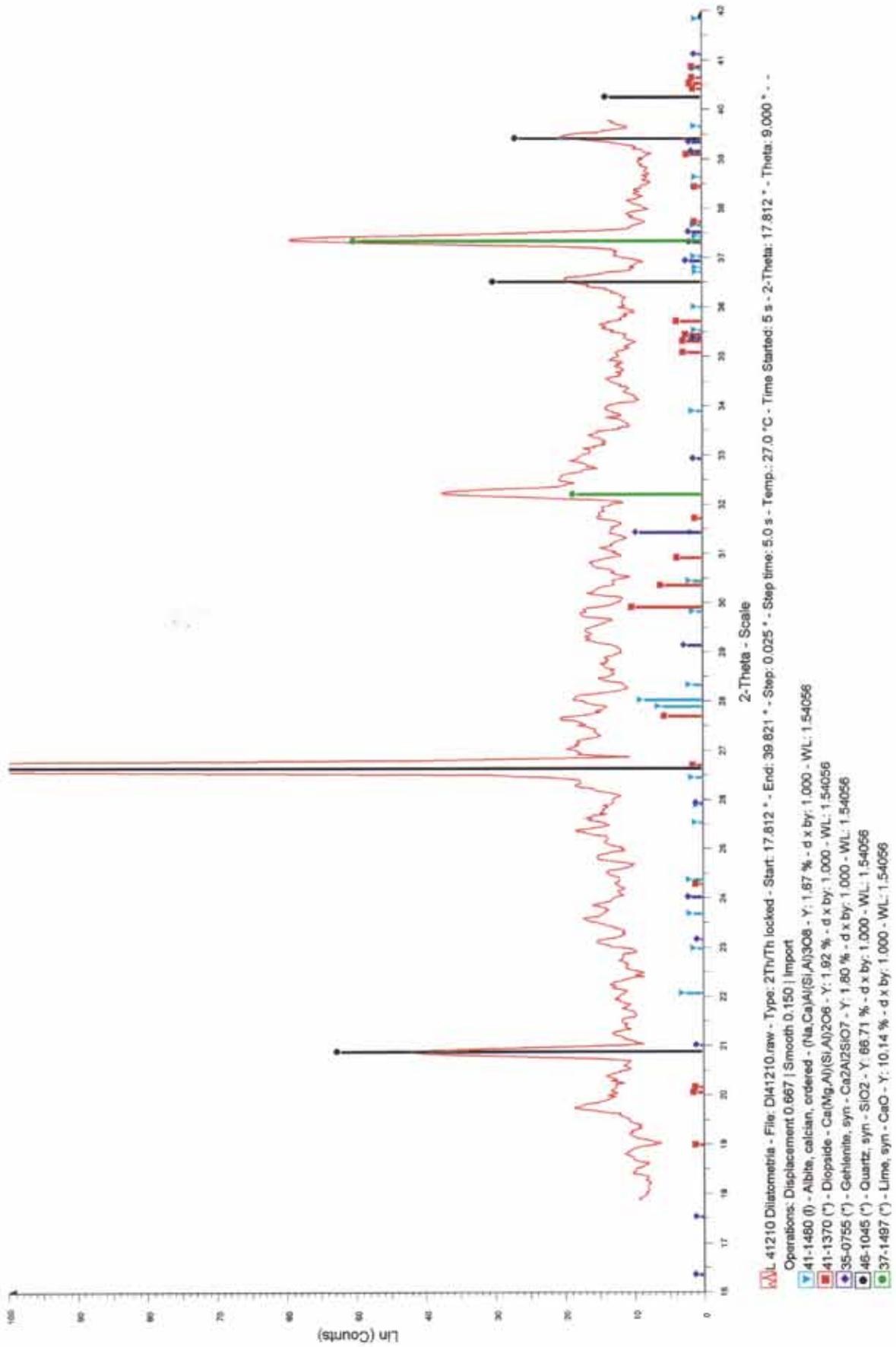
# L20825Dilatometria



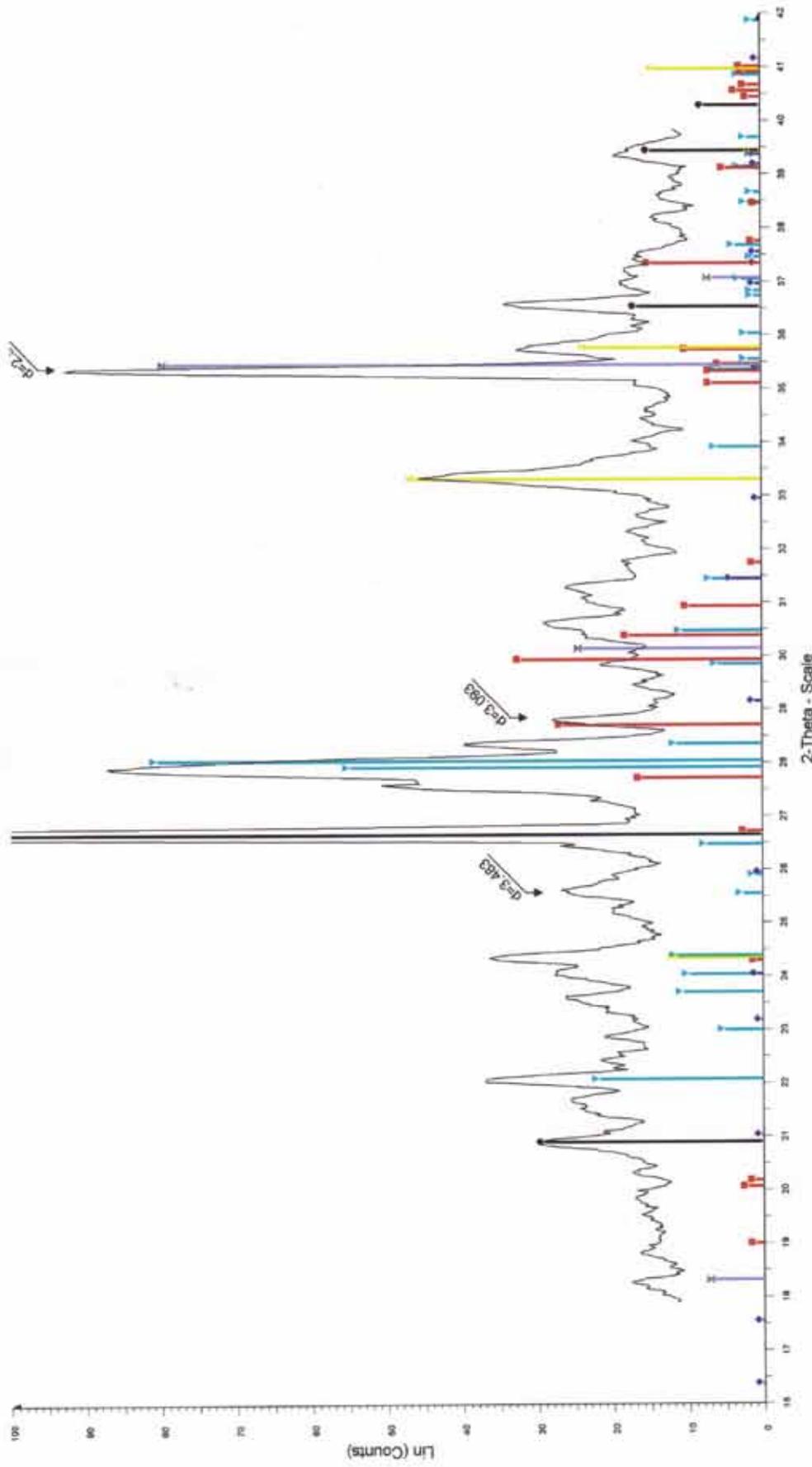
# 20972 DILATOMETRIA



# L 41210 Dilatometría



# 40876 dilatometria



DL 40786 R - File: dl40786r.RAW - Type: 2Th/Th locked - Start: 18.000 ° - End: 40.000 ° - Step: 0.0 ° - 13-0534 (D) - Hematite, syn - Fe2O3 - Y: 17.50 % - d x by: 1.000 - WL: 1.54056  
 Operations: X Offset -0.146 | X Offset -0.167 | Smooth 0.150 | Import  
 41-1480 (f) - Albite, calcian, ordered - (Na,Ca)Al(Si,Al)3O8 - Y: 30.53 % - d x by: 1.000 - WL: 1.54056  
 41-1370 (\*) - Diopside - Ca(Mg,Al)(Si,Al)2O6 - Y: 12.10 % - d x by: 1.000 - WL: 1.54058  
 35-0755 (\*) - Gehlenite, syn - Ca2Al2SiO7 - Y: 1.42 % - d x by: 1.000 - WL: 1.54056  
 46-1045 (\*) - Quartz, syn - SiO2 - Y: 68.79 % - d x by: 1.000 - WL: 1.54056  
 X 19-0629 (\*) - Magnetite, syn - FeFe2O4 - Y: 30.00 % - d x by: 1.000 - WL: 1.54056  
 24-0735 (f) - Pyroxisilite, syn - MnO2 - Y: 10.00 % - d x by: 1.000 - WL: 1.54056

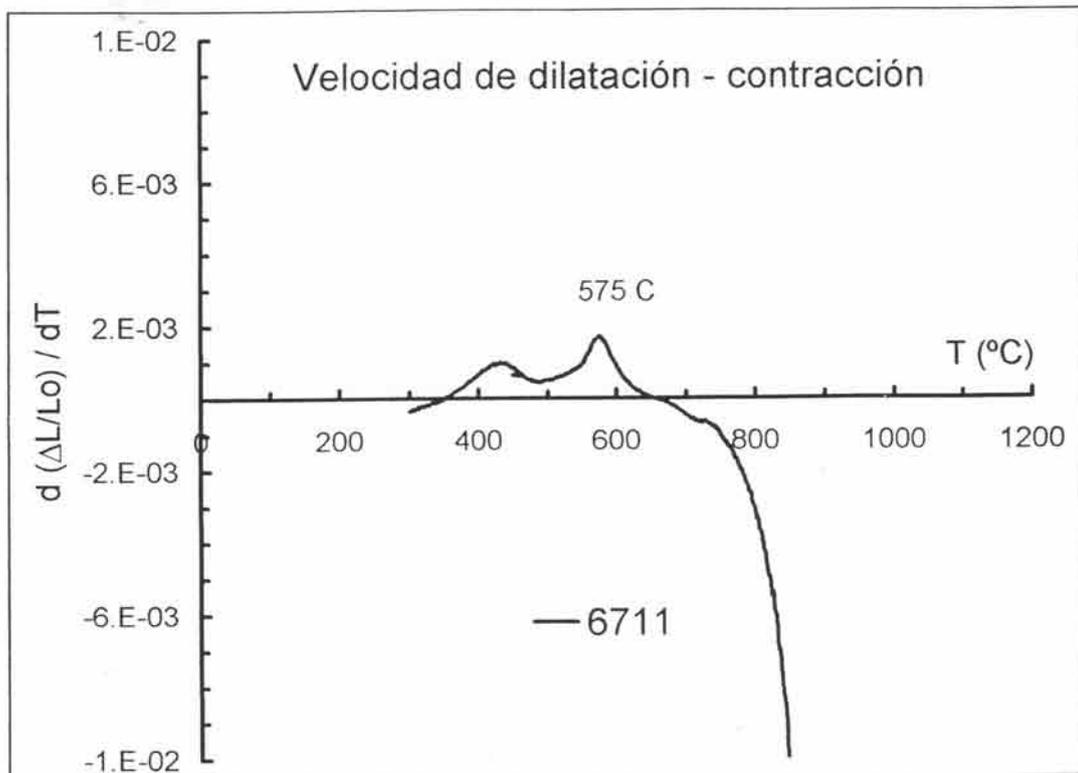
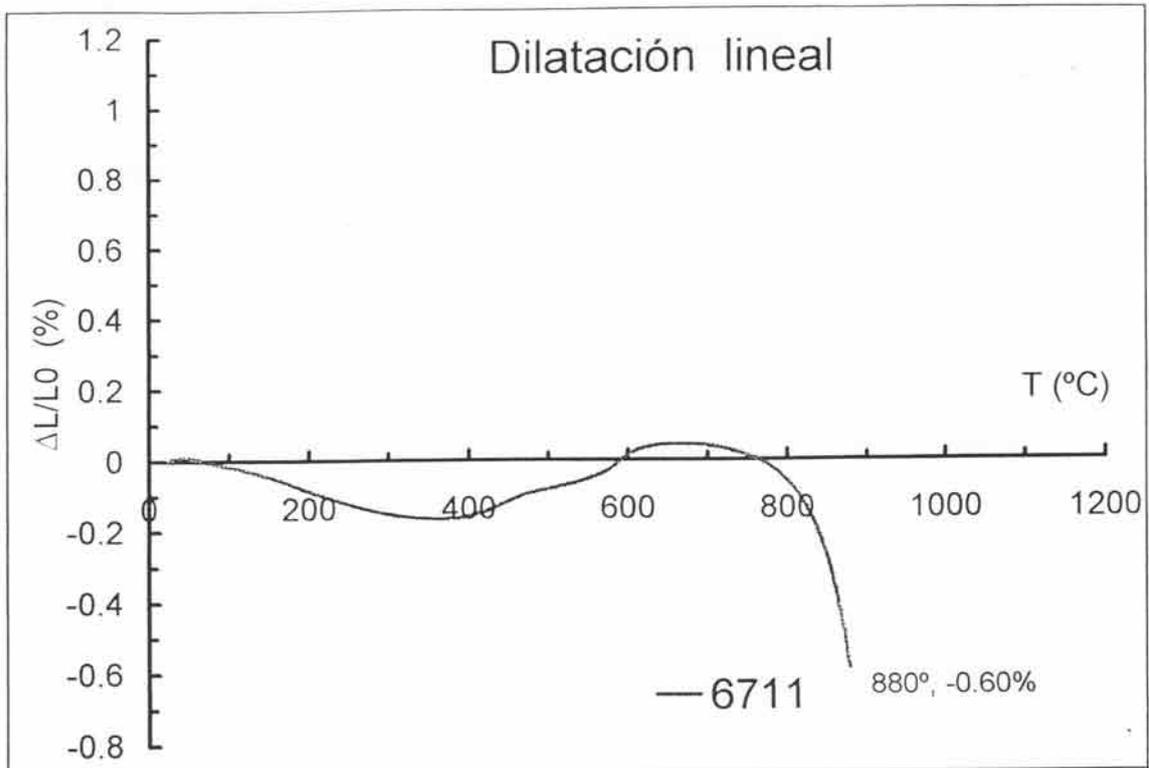


FIG. 11.1.3.4.1.

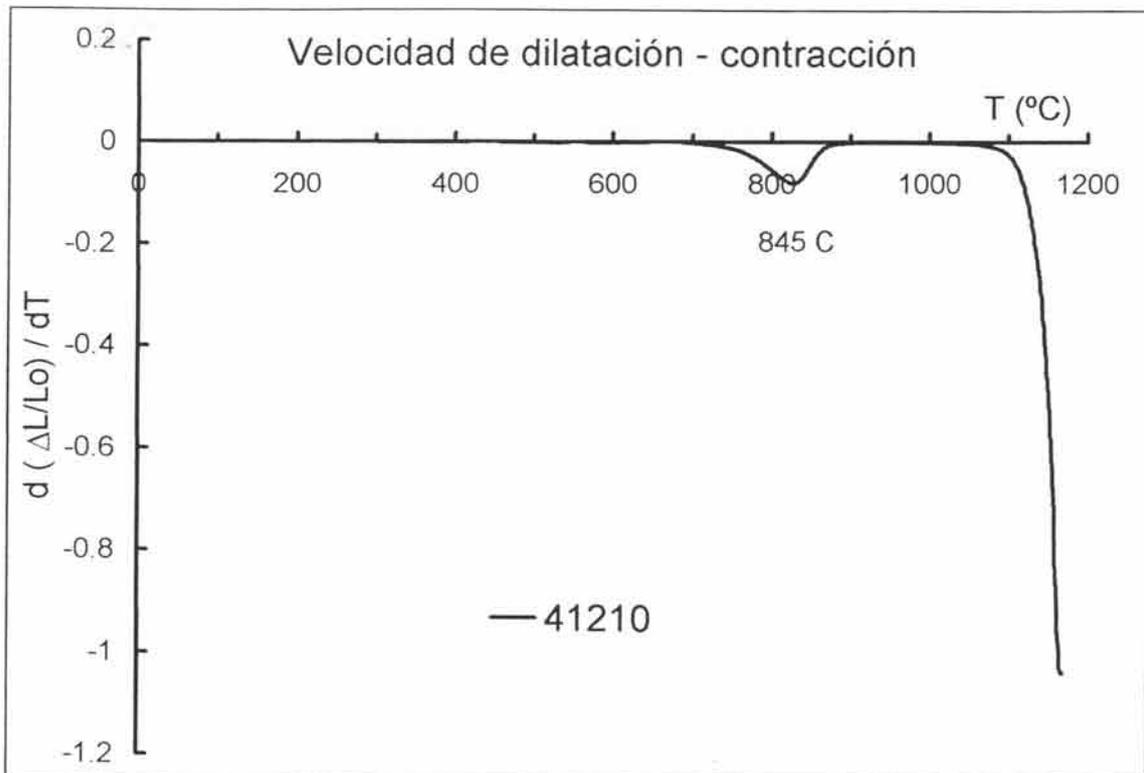
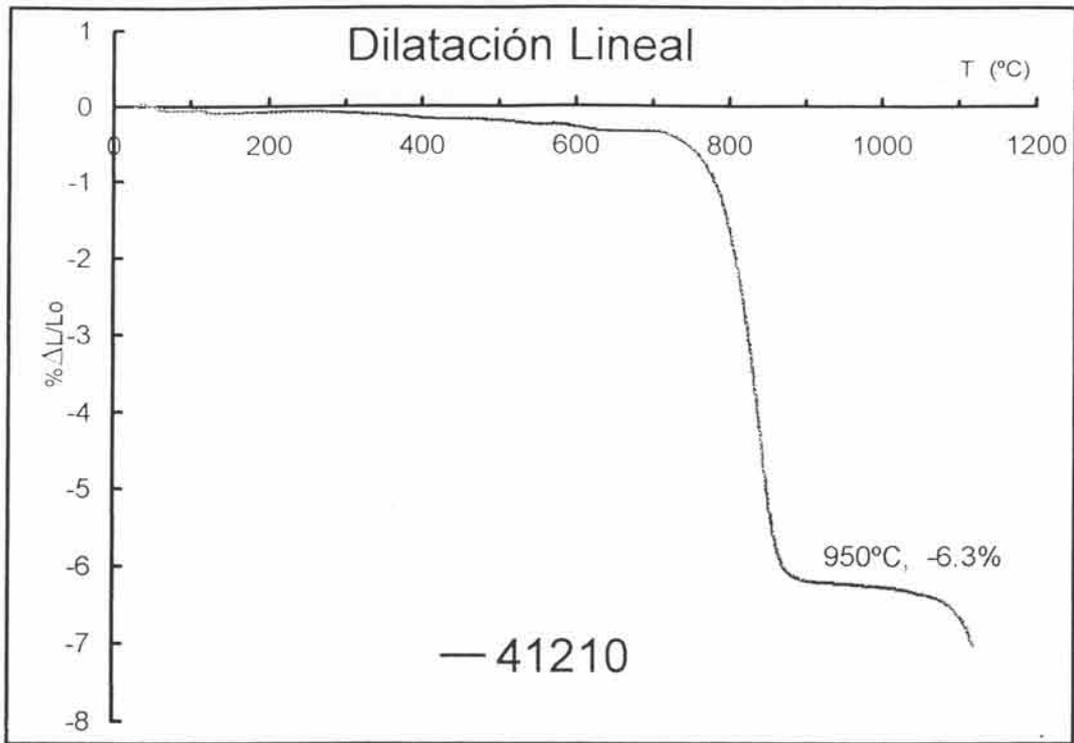


FIG. 11.1.3.4.2.

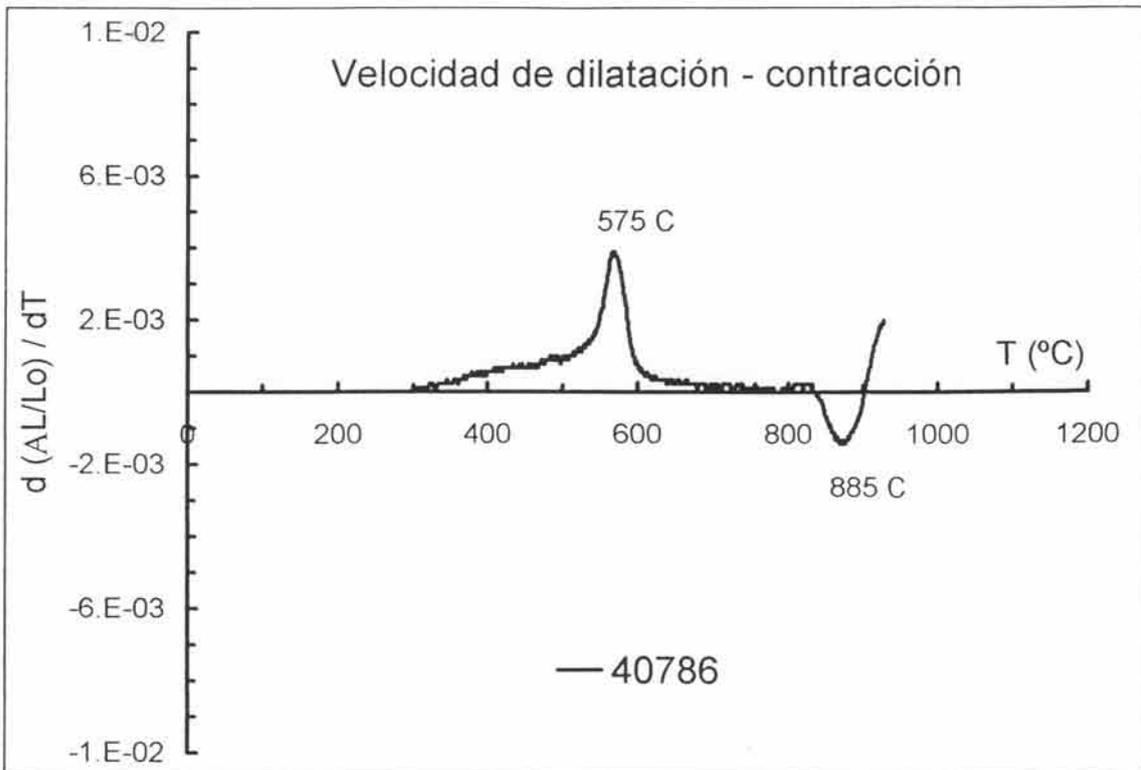
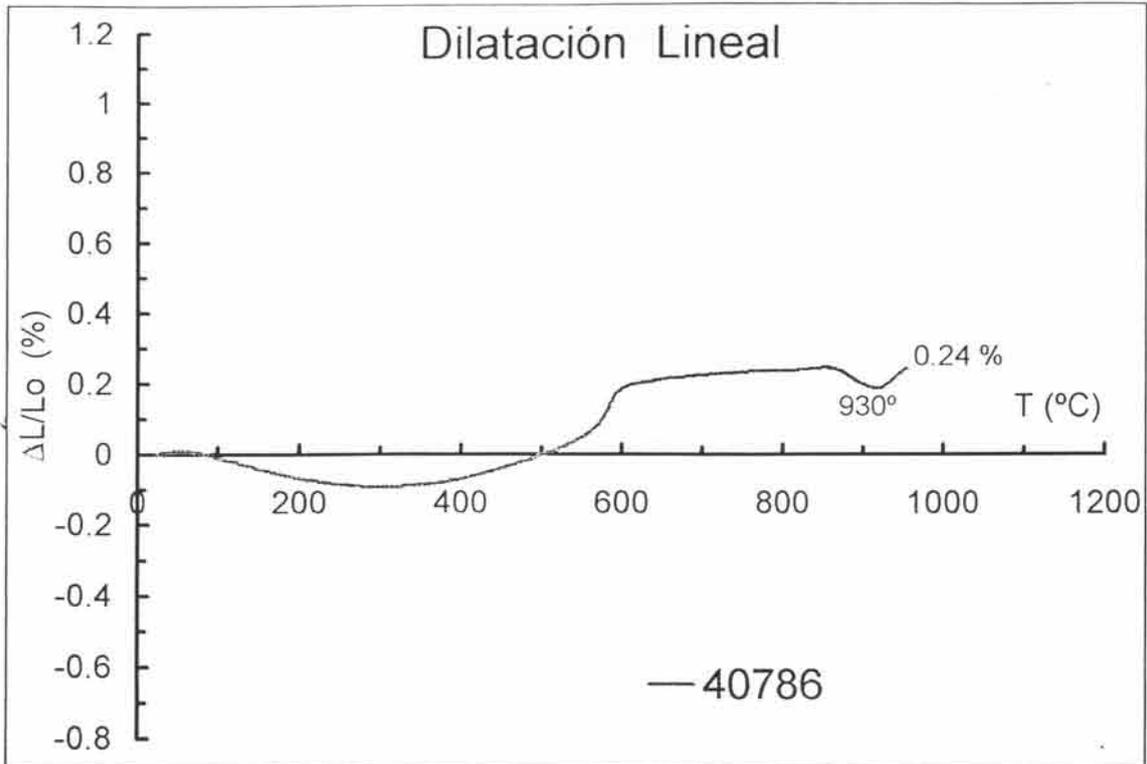


FIG. 11.1.3.4.3.

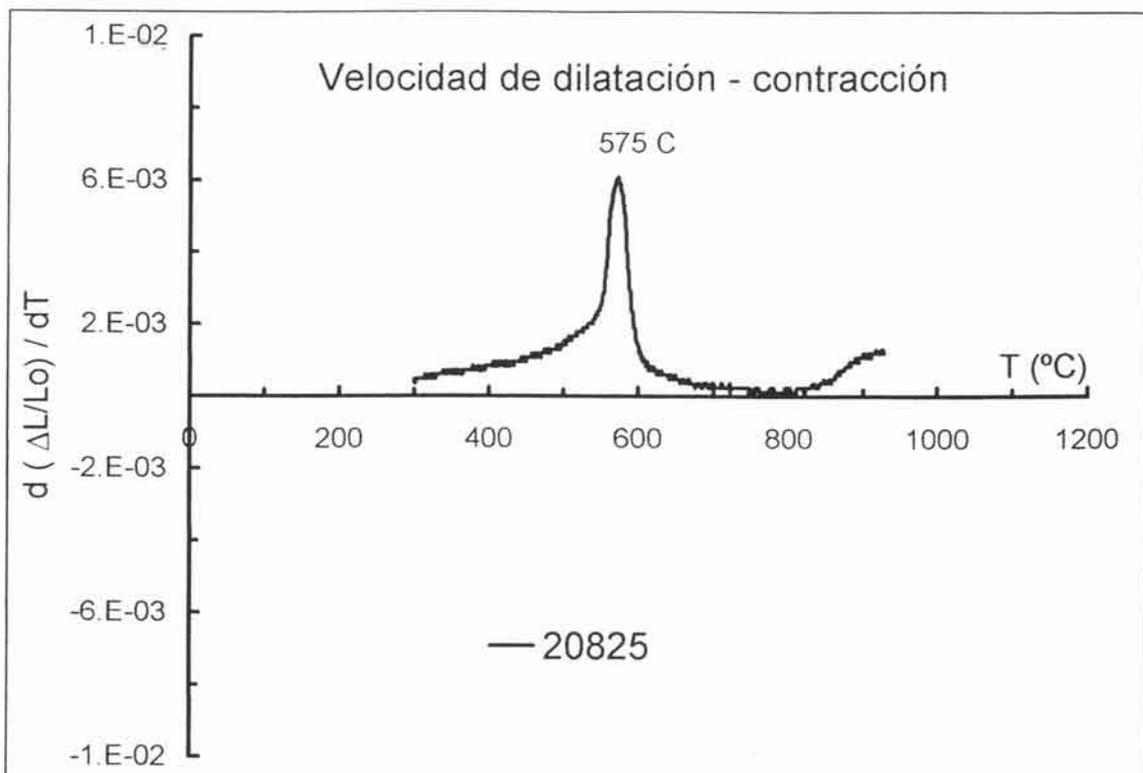
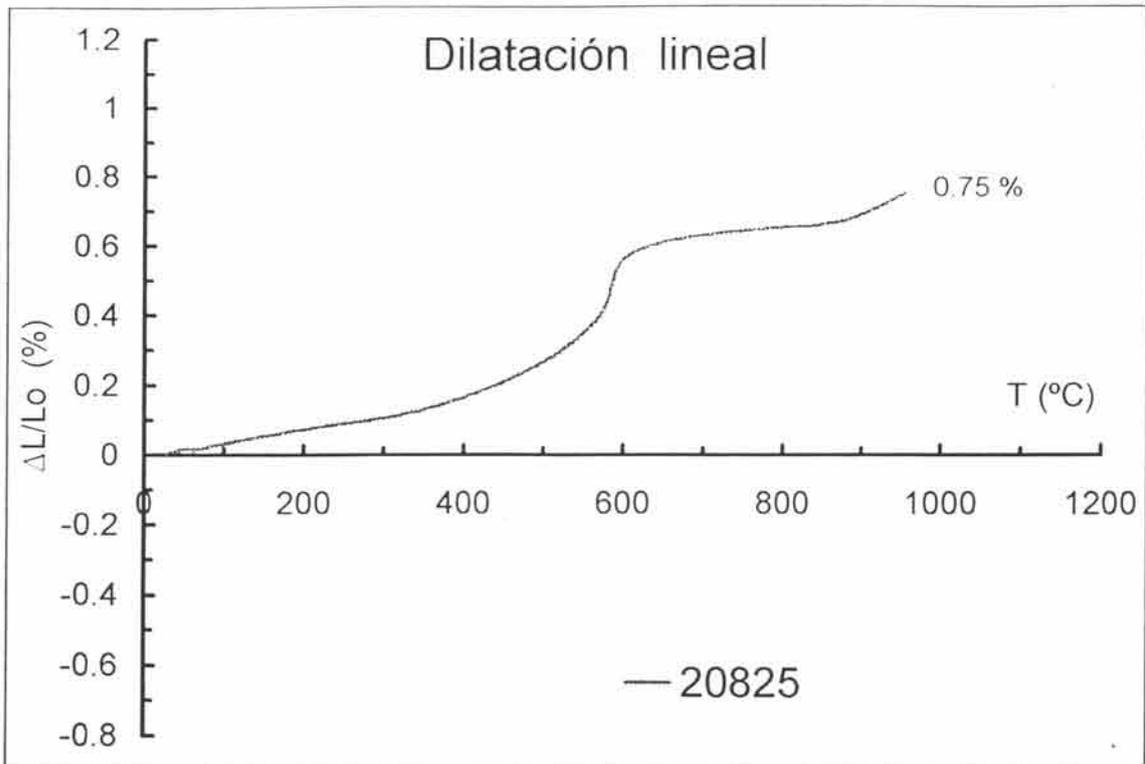


FIG. 11.1.3.4.4.

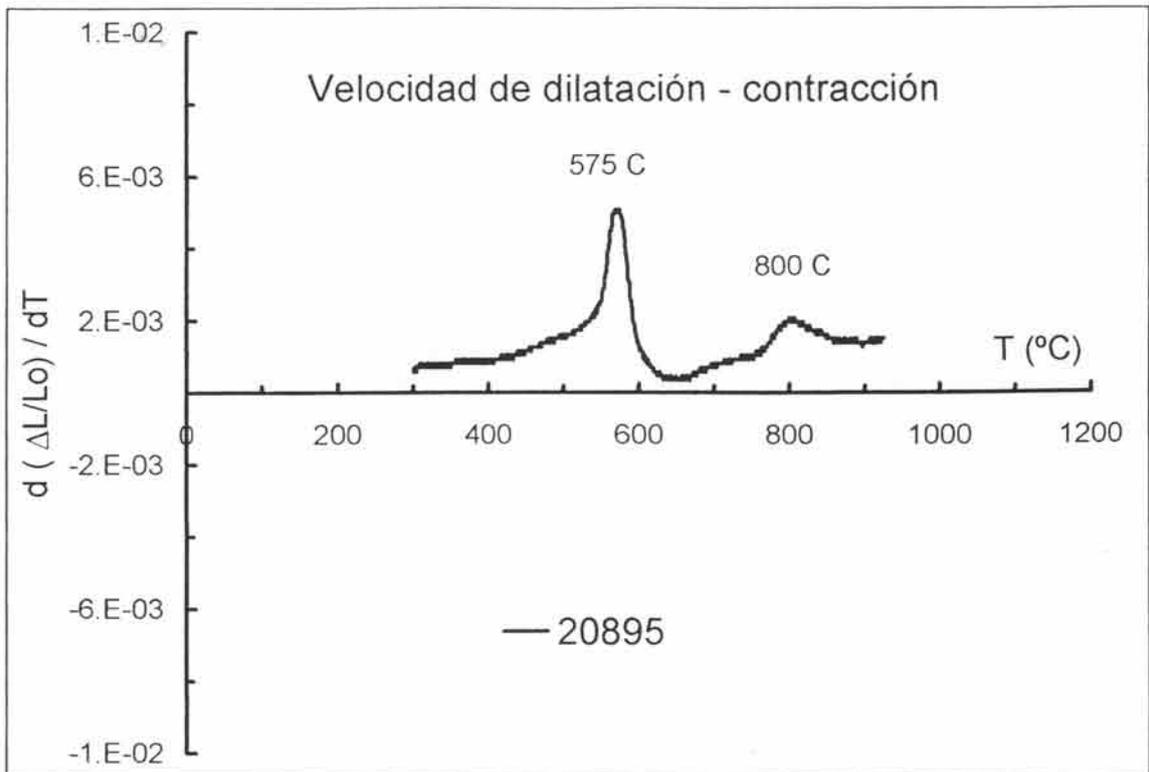
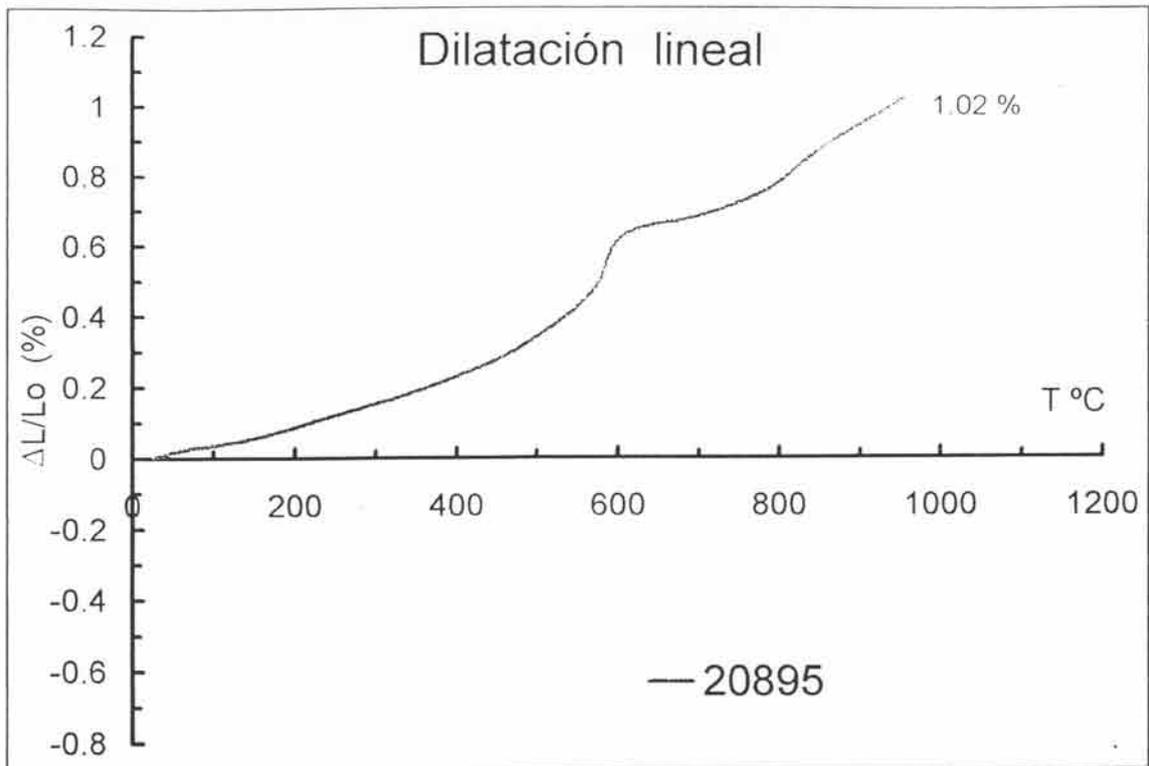


FIG. 11.1.3.4.5.

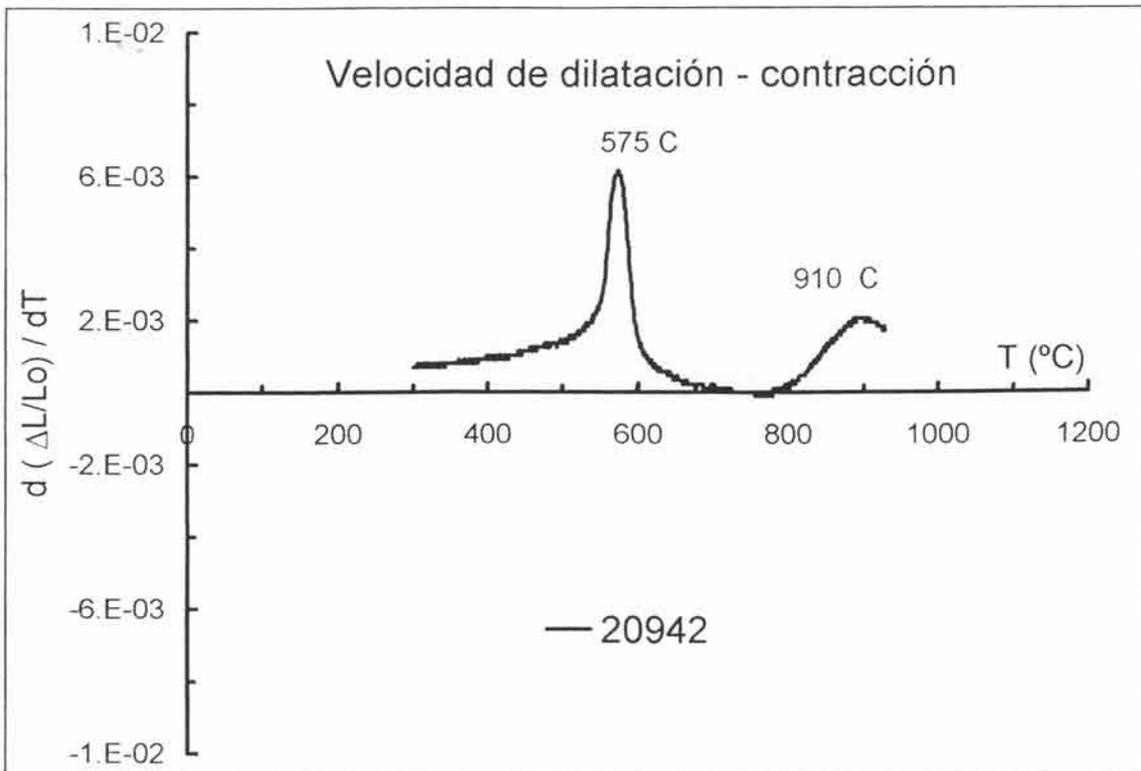
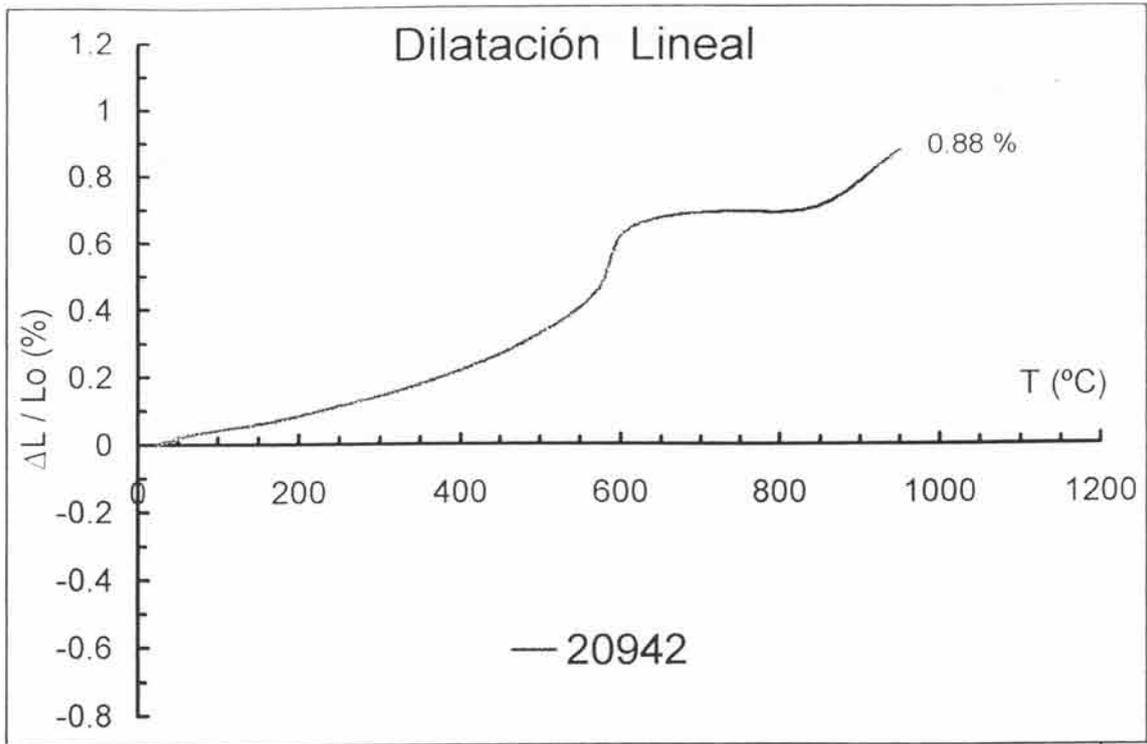


FIG. 11.1.3.4.6.

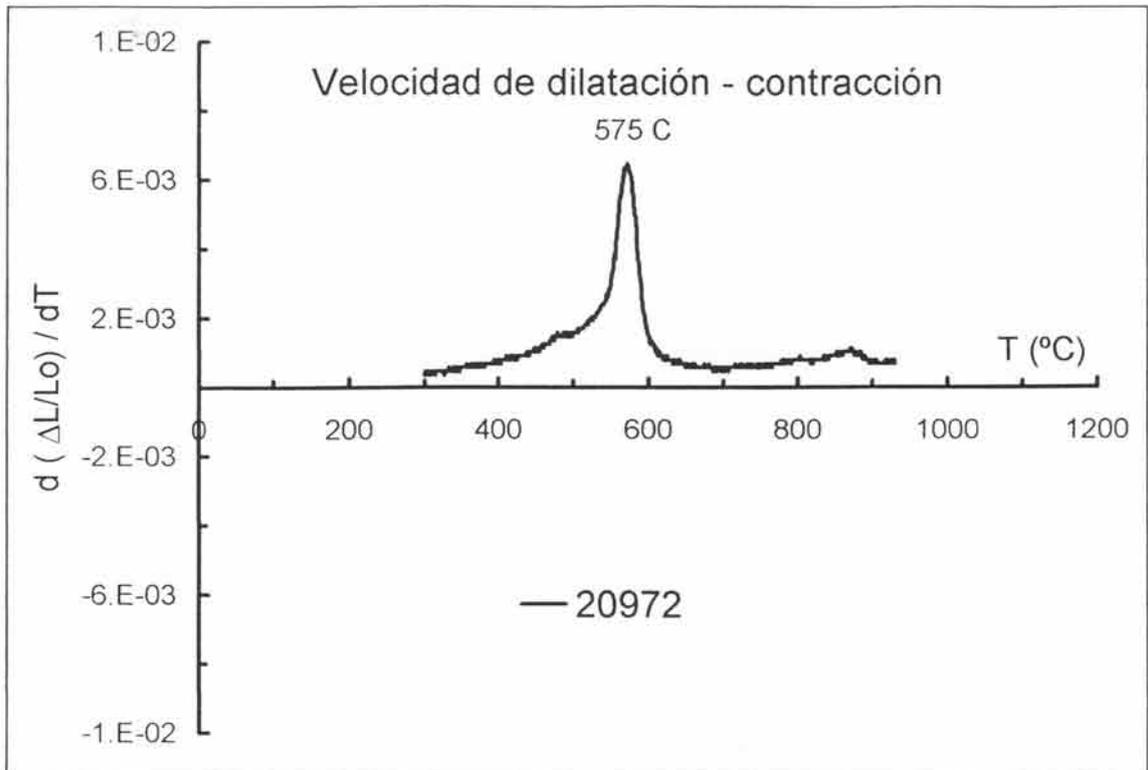
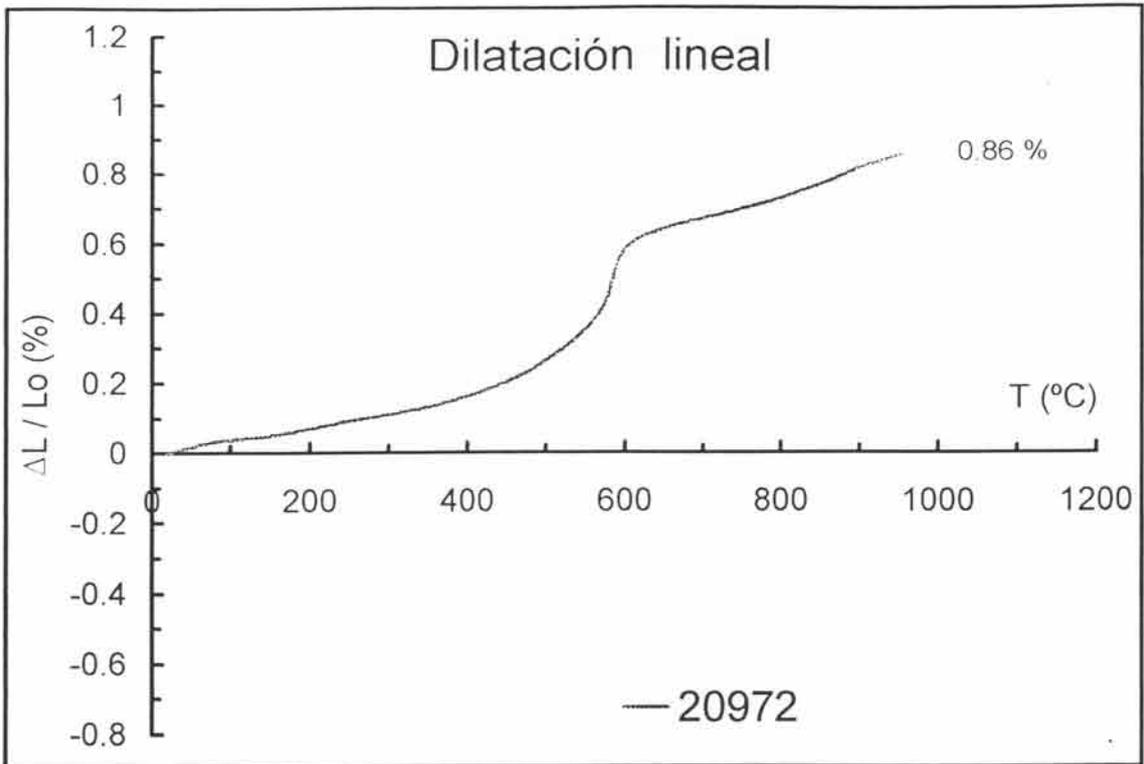


FIG. 11.1.3.4.7.

Su comportamiento es muy diferente al de las muestras del grupo I, mostrando, como aquellas, un proceso de dilatación importante en la región de temperaturas medias, atribuibles como en el caso anterior a la transformación  $\alpha$   $\beta$  del cuarzo. Sin embargo, en ambas se inicia alrededor de 700°C un acusado proceso de contracción. En ambos casos, el sistema de control automático del dilatómetro cortaba el registro del ensayo aproximadamente a 850°C. Un ensayo CRH adicional, realizado con la muestra 41210, en el mismo dilatómetro pero utilizando tubo de alúmina que permite llegar hasta 1200°C, mostró que a 850°C se inicia un proceso de vitrificación intenso y reblandecimiento del material, y a 1200°C el material ha fundido totalmente.

En el grupo III se incluye la muestra 40786 presenta un comportamiento intermedio a las de los grupos I y II. En conjunto el proceso en el intervalo 25-950°C es expansivo, como en los materiales el grupo I, pero a partir de 850°C se observa un claro efecto de contracción, como en el caso de los materiales del grupo II. Al igual que las muestras del grupo II, el material original presenta tonos oscuros, negro-rojizo. Tras el ensayo dilatométrico, la matriz presentaba un tono rojo intenso en el que destacaban los grandes granos de cuarzo y algunas inclusiones rojo que indicaban acumulación de óxido de hierro.

Corroborando los datos de DRX, los registros obtenidos por CRH indican que, en todos los casos, se trata de piezas ricas en cuarzo. Como se sabe el cuarzo sufre a 573°C una transformación alotrópica, que está asociada con un cambio volumétrico anisotrópico, que suele estimarse entre 2 y 4%. En el estudio de la curvas  $d(DL/Lo)/dT$ , este cambio de fase  $\alpha$   $\beta$  origina un marcado efecto entre 525-650°C, con un máximo alrededor de 580°C. La observación por MOR permite distinguir gracias a su diferente morfología y tamaño, la contribución del cuarzo en la microestructura final del material y en el comportamiento dilatométrico de las piezas analizadas. Todas las piezas presentan una morfología muy heterogénea, en la que destacan grandes granos de cuarzo, de tamaños en ocasiones superiores a 1 mm, frecuentemente redondeados, en una matriz muy porosa rica en sílice. Además, numerosos fragmentos de chamota contienen también granos de cuarzo. En el tratamiento de cocción original, estos grandes granos de cuarzo expanden de forma diferenciada según el eje  $a$  y  $c$ , y en el enfriamiento, la transición  $\alpha$   $\beta$  origina tensiones que determinan su fractura. Por otra parte, la matriz sufre en el proceso de cocción original, un proceso de expansión-contracción diferenciado del pequeño efecto que la temperatura va a tener sobre los fragmentos de chamota. En el enfriamiento se forman numerosas grietas alrededor de los granos grandes de cuarzo, así como entre el material empleado como chamota y la matriz.

En el ensayo CRH, parte de la expansión debida a la transición  $\alpha$   $\beta$  del cuarzo no será detectada, al ser amortiguadas por estas fracturas preexistentes originadas en el tratamiento térmico de cocción (Fig. 11.1.3.4.8b.). No existe, por tanto, una correlación elevada entre el contenido en cuarzo, que puede determinarse a partir de la  $d(DL/Lo)/dT$ , y el contenido en cuarzo determinado por DRX.

De acuerdo con la DRX, acompañan al cuarzo, pero en cantidades mucho menores, feldespatos, parte de los cuales posiblemente forman parte de la chamota. Su adición a la pasta original es la de actuar como fundentes, rebajando la temperatura de formación de fases vítreas y aportando sílice y alúmina al medio. Aunque en el sistema ternario  $SiO_2$ - $Al_2O_3$ - $CaO$ , la fase estable de alta temperatura es anortita, la temperatura y tiempo de cocción de las piezas originales no fue suficiente para favorecer su formación, y el feldespato existente es, en gran medida, la materia prima original.

Mayores controversias existen en cuanto al comportamiento de expansión-contracción de la región de temperaturas superiores, en que compiten diversos procesos.

La descomposición de la calcita para dar limo, tiene lugar a través de un proceso expansivo originado por la eliminación del  $\text{CO}_2$  y la formación de poros. Este proceso suele iniciarse alrededor de  $700^\circ\text{C}$ , dependiendo en gran medida del tamaño de los granos de calcita.

Un segundo proceso expansivo suele asociarse a la formación de estructuras de silicatos cálcicos, gehlenita, wollastonita, dióxido y anortita, a partir del colapsamiento de los materiales amorfos previos. La temperatura del mismo se sitúa alrededor de  $900^\circ\text{C}$ .

Estos efectos expansivos compiten con dos procesos de contracción. El primero de ellos, tal como ha observado Peters e Iberg (1978), en ensayos CRH en probetas en verde de matrices silíceas con diferentes contenidos en  $\text{Ca CO}_3$ , se debe a la contracción de los productos amorfos resultantes de la descomposición de los silicatos, cuarzo, feldespatos, arcilla, que enmascara el efecto originado por la descomposición del carbonato. El segundo efecto tendría lugar a temperaturas superiores a las llevadas a cabo en este estudio, por encima de  $1050^\circ\text{C}$ , en que se inicia la fusión, tiene lugar de nuevo una contracción.

No obstante, es frecuente, como en las piezas del grupo I y III estudiadas, encontrar masas de calcita junto a fases secundarias, gehlenita, anortita, dióxido, wollastonita, lo que evidencia el origen secundario del carbonato. En estos casos la granulometría del carbonato cálcico utilizado como desgrasante en la pasta original tiene un efecto determinante. Durante el tratamiento térmico los granos de carbonato de mayor tamaño dan lugar a masas de  $\text{Ca O}$  que se agrietan y resquebrajan, pero que persisten como tal óxido de calcio a temperaturas a las cuales teóricamente debería haberse incorporado a las nuevas fases. Este hecho ha sido puesto de manifiesto por Moir (1997) en el seguimiento de las transformaciones sufridas por granos grandes, 50  $\mu\text{m}$  de  $\text{Ca CO}_3$ , en presencia de sílice y otros materiales de hierro, en cementos. En la cocción, los iones calcio procedentes de los pequeños granos de carbonato se incorporaría para dar silicatos cálcicos y, sólo los de mayor tamaño, serían susceptibles de recarbonatarse, dando lugar al carbonato cálcico observado en las piezas cocidas.

El estudio de la derivada  $d(\text{DL}/\text{Lo})/dT$ , frente a la temperatura, muestra, en el grupo I, un máximo de velocidad de dilatación a partir de  $800^\circ\text{C}$ , cuya intensidad y temperatura varía desde  $800^\circ\text{C}$  para la muestra 20895, hasta casi  $930^\circ\text{C}$  para la 20825. En las probetas del grupo II se produce, por el contrario, un máximo de la velocidad de contracción, que indica el inicio de la sinterización del material.

En el grupo I, el efecto de la descomposición de carbonato sólo es perceptible, por tanto, cuando el contenido de éste es tan alto, como el 10%, caso de la muestra 20895, en que aparece como un suave hombro en la zona de temperatura  $700\text{-}800^\circ\text{C}$ . En las tres muestras restantes es enmascarado por el efecto originado por la formación de estructuras de silicatos cálcicos, gehlenita, wollastonita, dióxido y anortita, a partir del colapsamiento de los materiales amorfos previos.

En las probetas del grupo II, el proceso predominante es evidentemente, la contracción de los productos amorfos, resultantes de la descomposición de los silicatos, cuarzo, feldespatos, arcilla. La formación de fase vítrea es tan intensa que, como ya se ha mencionado, determina la fusión de la pieza alrededor de  $1000^\circ\text{C}$ . La presencia de carbonato en la muestra 41210, o la ausencia en la 6711, solo se manifiesta en un ligero retardo el inicio del proceso de contracción ( $750$  y  $775^\circ\text{C}$ , para 41210 y 6711, respectivamente).

Esta temperatura de vitrificación, tan baja, debe asociarse a la influencia de hierro. En realidad, en materiales arqueológicos no existen en la bibliografía datos referentes a la temperatura de vitrificación, ya que no se conocen los eutécticos en sistemas tan complejos. Las estimaciones deben deducirse de sistemas más simples. Por ejemplo, en el  $K_2O-Al_2O_3-SiO_2$ , el punto de fusión mínimo, apropiado para las composiciones, es  $985^{\circ}C$ . La adición de  $MgO$  da un cuaternario, en el que el eutéctico se rebaja a  $960^{\circ}C$ , por lo que la adición de otros componentes ( $NaO$ ,  $CaO$ ,  $FeO$ ,  $Fe_2O_3$ ) podría formar un eutéctico por debajo de  $900^{\circ}C$  (Segnit y Anderson, 1972). El hecho de que el sistema de seguridad del dilatómetro corte el ensayo antes de alcanzar los  $900^{\circ}C$ , corroboraría la tesis de estos autores, con la formación de eutécticos por debajo de  $900^{\circ}C$ .

La muestra 40786, con tan solo indicios de carbonato, muestra un máximo de contracción en el intervalo  $850-925^{\circ}C$  y un incipiente máximo de velocidad de dilatación entre esta temperatura y  $950^{\circ}C$ , temperatura final del ensayo CRH. De acuerdo con Peters e Iberg (1978), ambos efectos mostrarían la contracción de los productos amorfos, y la formación de estructuras de silicatos cálcicos (gehlenita, wollastonita, diópsido,..).

En el proceso cerámico, la microestructura final de la pieza está condicionada, tanto por la composición química y mineralógica de los minerales de partida (fracción arcilla y esqueleto arenoso), la temperatura, tiempo y atmósfera de cocción. Otros factores de considerable importancia serían la granulometría de los distintos componentes, la homogeneidad de la pasta, manipulación y eventuales modificaciones producidas durante el almacenamiento tanto de la pasta, como de la pieza cocida. En materiales de interés arqueológico, este último punto adquiere gran importancia, ya que el medio en que hayan sido conservadas y el tiempo van a potenciar determinadas reacciones químicas, con fases no estabilizadas durante la cocción, con el desarrollo de nuevas fases mineralógicas (Núñez et alii, 1991).

En la pasta cerámica, los minerales de la arcilla van a aportar la plasticidad y maleabilidad a la pieza que permita su moldeado y manipulación. El cuarzo aportará sílice y proporcionará refractariedad al cuerpo cocido, mientras que los feldespatos actuarán rebajando la temperatura de vitrificación, además de aportar sílice y alúmina al medio. La función del carbonato es favorecer la formación de microestructuras estables a las piezas a temperaturas más bajas y en un mayor rango de temperaturas, gracias al aporte de iones calcio que favorece la formación de aluminosilicatos cálcicos, tipo gehlenita, a temperaturas relativamente bajas y reducir la contracción inherente al proceso de sinterización. En las piezas estudiadas las arcillas empleadas eran, fundamentalmente, illíticas, con contenidos variables de óxido de hierro y, con distintos minerales que suelen denominarse accesorios, entre los que son frecuentes el cuarzo, feldespatos o el mismo carbonato cálcico, pero, en los que, por su importancia durante el proceso de cocción, y su diferente comportamiento, en atmósferas oxidantes y reductoras, destacan los óxidos de hierro. La utilización de carbonato cálcico como desgrasante presenta el inconveniente de incrementar la porosidad del producto final, así como su destrucción. Por ello, y con el objeto de reducir el material de desecho y rebajar el consumo de materias primas, es frecuente sustituir el carbonato cálcico por fragmentos triturados de las piezas desechadas en otros procesos de cocción. Esta chamota, presenta una mineralogía muy similar al material empleado como materia prima, y evita la excesiva contracción del producto durante la cocción. El objetivo final de la adición de materiales no plásticos, como los fragmentos de chamota, de muy diversos tamaños, es el de conferir una mayor resistencia final a la pieza cerámica.

La proporción de gehlenita encontrada en las piezas originales es relativamente baja. La existencia de carbonato cálcico secundario indica, además, que parte de este carbonato tenía un tamaño lo suficientemente elevado como para que el limo resultante de su descomposición no participara en la formación de nuevas fases. Los granos de menor tamaño se incorporarían para dar silicatos y aluminio silicatos cálcicos, y los granos de carbonato de mayor tamaño dan lugar

a masas de Ca O que se agrietan y resquebrajan, pero no existen como tal óxido de calcio a temperaturas a las cuales debería haberse incorporado a las nuevas fases.

Los fragmentos de chamota encontrados en las distintas piezas presentan una granulometría y tamaño y composición muy diferente. Así, en la muestra 20942 son frecuentes los fragmentos de tamaño inferior a 20  $\mu\text{m}$ , y cuya porosidad es muy similar a la de la matriz. En la 20972 abundan los fragmentos de tamaño superior a 100  $\mu\text{m}$ , constituidos por una masa de cristallitos de tamaño fino en los que es posible distinguir algunos blancos brillantes, posiblemente, óxidos de hierro y de porosidad menor a la matriz circundante. En este caso la interacción de la matriz con la chamota en el recalentamiento ha sido nula y el diferente comportamiento matriz-chamota ha originado grietas tanto en el contorno de la chamota como en su interior (Fig. 11.1.3.4.8c.).

El fragmento de chamota de la foto corresponde al material 6711 tras el ensayo CRH (Fig. 11.1.3.4.8a.). Su tamaño era superior a 2 mm, presentaba un color rojo intenso. Observado al MOR presenta una morfología muy diferente a la de la observada en las muestras del grupo I. En este caso se distinguen perfectamente los granos de cuarzo de bordes angulosos, en muchos casos bordeados por grietas y los óxidos de hierro.

Desde el punto de vista del ceramista, en general, y del ceramista arqueológico, en particular, lo importante no es el comportamiento de un material arcilloso dado, con la temperatura, sino de la interacción durante la cocción de las fases resultantes de la descomposición de estos, con las inclusiones no plásticas, el contenido de fundentes, y por supuesto la atmósfera del tratamiento.

De forma secuencial las transformaciones que tienen lugar durante el proceso de cocción serían las siguientes:

Las primeras transformaciones, alrededor de 400°C, corresponden a la formación de  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  a partir de los óxidos e hidróxidos de hierro, seguido por la deshidroxilación de los minerales de tipo arcilla (400-800°C), y el colapsamiento de la celdilla de estos con la liberación de cationes hierro, potasio y calcio de la misma. En el caso de los minerales de tipo micáceo, y desde el punto de vista de la DRX, la pérdida del agua estructural se traduce fundamentalmente en el decrecimiento de la intensidad de las reflexiones basales, que no desaparecen hasta los 700°C. La persistencia del pico de 4.49 Å, atribuido a la reflexión 110, en piezas tratadas a temperaturas superiores a ésta, se considera que corresponde a una estructura deshidratada, una -modificación anhidra- que es ligeramente diferente de la forma hidratada. Diversos autores han postulado con la relación entre la temperatura de cocción de la pieza, en función de la razón entre las intensidades de las reflexiones 110/001 y 110/002. Así, Gallart y Mata (1995) indican que la reflexión 110 de illita permanece constante hasta 900°C, mientras que 001 decrece con el aumento de la temperatura, considerando que si  $110/001 < 0.3$ , la temperatura de cocción es de 700°C. La reflexión 002/110 superior a 2, indica T superior a 950°C (Maggeti, 1982), mientras que Doval y Martín Pozas (1974) consideran que la existencia de micas indica que la temperatura no sobrepasa 980°C.

Segnit y Anderson (1972), que han comprobado por SEM (Microscopio Electrónico de Barrido), que la illita retiene el hábito micáceo hasta cerca de 900°C. A esta temperatura se inicia la coalescencia de las láminas, aunque a 850°C se detectan trazas de vidrio en el interior de las partículas de illita. Observan que incluso a 950°C, en que empieza la vitrificación, la morfología total está todavía determinada por los agregados micáceos originales.

La aparición de fases secundarias, gehlenita, wollastonita, anortita, está ligada a la existencia de carbonatos, susceptible

de aportar abundantes iones calcio al medio. En atmósferas oxidantes y con arcillas no calcáreas el inicio de la vitrificación, ayudada por la existencia de óxidos de hierro, se sitúa alrededor de 870°C, apareciendo pequeñas superficies aisladas (Maniatis et alii, 1981). Aunque, con el aumento de la temperatura, esas áreas llegan a coalescer para dar una lámina continua, ésta es siempre más irregular y desigual que en las muestras con carbonato. En arcillas calcáreas, el inicio de la vitrificación no sólo se produce a temperatura más baja, 840°C, sino que se trata de largos filamentos suaves de vidrio que se extiende por la superficie de fractura, dando lugar a una microestructura más estable, y en un rango de temperaturas más amplio, 1050-1080°C, que se atribuye a la formación de los aluminosilicatos cálcicos, con dilución de hierro, procedente de los minerales de la arcilla o de óxidos preexistentes en el material original (Tite y Maniatis, 1975).

Entre los aluminosilicatos cálcicos, es gehlenita el de más baja temperatura. Aunque algunos autores (Piponnier et alii, 1997) han encontrado  $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$  a temperaturas inferiores a 800°C, en arcillas caolínicas a las que se añade carbonato cálcico como desgrasante natural. Está comúnmente aceptado que la formación de gehlenita se inicia a 850°C a partir de limo que actúa como mineralizador (Veniale, 1990; Emiliani y Vincenzini, 1974; Capel, Huertas y Linares, 1985). En un primer estadio, los iones calcio procedentes del carbonato, difunden rápidamente hacia los granos de cuarzo, feldespato y arcilla. La formación de fases de tipo melilita, gehlenita y gehlenita férrica, fundamentalmente, se iniciaría alrededor de 850°, a partir del Ca O procedente de la descomposición de la calcita, de los filosilicatos y feldespatos. Inicialmente, el crecimiento está controlado por la interfase y se ralentiza ya que el rango de difusión se hace mayor, cuando el silicio y aluminio, necesarios para la reacción, no están tan cercanos al calcio. Por tanto los cristalitos de gehlenita, que incorporan a la red cantidades variables hierro, y, en menor cantidad de magnesio, aparecen ligados a las posiciones originales de los feldespatos y arcillas micáceas.

Pero el rango de estabilidad de la gehlenita es relativamente corto y la difusión de  $\text{Ca}^{2+}$  en los filamentos vítreos, y la difusión de  $\text{Si}^{4+}$  y  $\text{Al}^{2+}$  tienden a la formación de fases de tipo wollastonita, dióxido o anortíticas, que se ven favorecidas al aumentar la temperatura. Los pequeños granos de gehlenita, en contacto con los grandes granos de cuarzo, tienden a incorporar  $\text{Si O}_2$  a la red y tienden a transformarse hacia las fases anortíticas. Por otra part, el aumento de la temperatura permite la cristalización de wollastonita, a partir de Ca O y cuarzo. Una vez que las primeras láminas de wollastonita,  $\text{Ca Si O}_3$ , se han formado, el calcio puede difundir a través de esta concha de wollastonita hacia el interior del grano de cuarzo (Peters e Iberg, 1978).

La presencia de minerales micáceos en las muestras 20825 y 20972, del grupo I, es consistente, por tanto, con una temperatura de cocción de las piezas originales a temperaturas de al menos 900°C, y con la coexistencia de estos, con fases secundarias, como gehlenita y wollastonita, así como de calcita de origen secundario. La microestructura formada durante el proceso de cocción es muy estable y el posterior tratamiento térmico durante el ensayo CRH únicamente origina un aumento relativo de wollastonita frente a gehlenita, posiblemente más debido a la mejor cristalización de las partículas preexistentes, y a un aumento en el contenido de hematites detectable por DRX. La eliminación del carbonato cálcico da lugar a la aparición de Ca O, así como, a un aumento de la porosidad de la pieza final, que en aquellas cerámicas con alto contenido en carbonato, 20895, incrementa la fragilidad de la muestra. Desde el punto de vista dilatométrico, estos pequeños cambios se traducen en una ligera expansión, alrededor del 1% de la probeta.

En el caso de las muestras del grupo II, no se han detectado por DRX, silicatos aluminicos secundarios. Se trata, además, de piezas mineralógicamente muy pobres, ricas en cuarzo y con elevados contenidos en minerales de la arcilla. La principal diferencia entre los dos materiales estudiados, es que, mientras, en la muestra 41210 se observa un alto

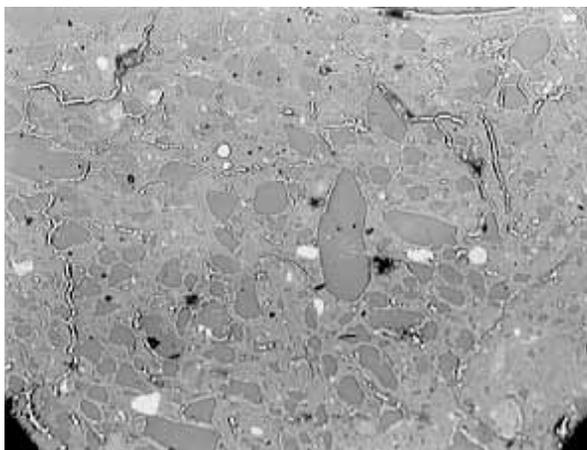


FIG. 11.1.3.4.8a. Fotografía de fragmento de chamota de la muestra 6711 170x

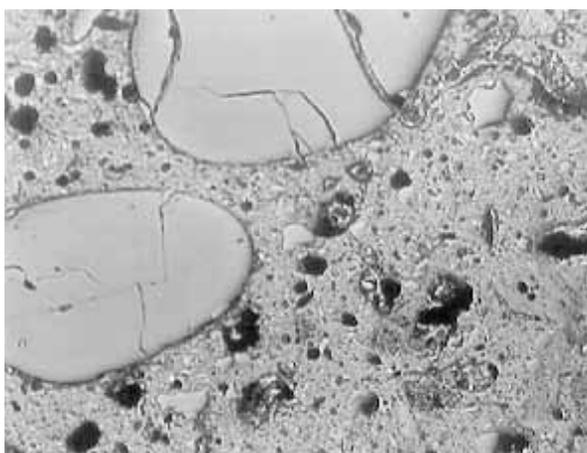


FIG. 11.1.3.4.8b. Fotografía de granos de cuarzo fracturados de la muestra 20972 85x

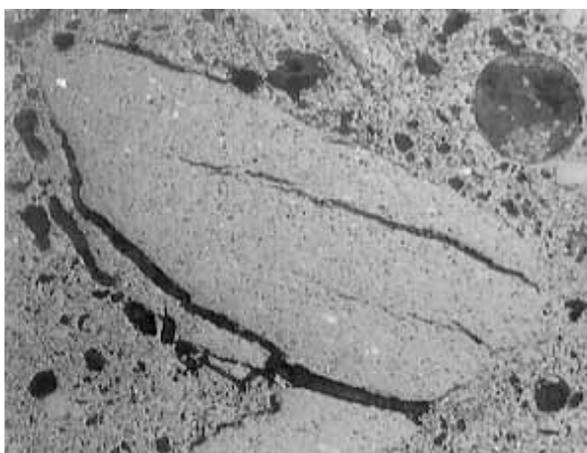


FIG. 11.1.3.4.8c. Fotografía matriz cerámica con chamota de la muestra 20972 85x

contenido en calcita, en la 6711, ésta es apenas perceptible por DRX. La temperatura de cocción en estas cerámicas puede situarse por debajo 800°C. Las piezas resultantes del proceso originario fueron consolidadas durante el mismo, pero no se desarrolló una vitrificación amplia.

Por otra parte, el tono oscuro de las mismas evidencia que se utilizó una atmósfera fuertemente reductora en la cual los óxidos de hierro dan lugar a vidrios oscuros, aunque no puede descartarse la utilización de materia orgánica, que da en la cocción tonos negros.

En atmósferas reductoras, y con las mismas arcillas en que estudiaron en atmósfera oxidante, Maniatis et alii (1983) observan que a 700°C la microestructura es compacta y no vitrificada, con partículas de arcilla (cuyas reflexiones basales han desaparecido, al igual que sucedía en las piezas estudiadas en medio oxidante) y granos grandes de cuarzo, con muchas partículas de óxidos brillantes de formas irregulares.

A esta temperatura la descomposición de los óxidos de hierro sería:  

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}$$

El óxido ferroso, FeO, es un fundente muy reactivo, que en el caso de arcillas calcáreas, reacciona según:

$$\text{FeO} + \text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$$
, para dar vidrios negros si las condiciones son fuertemente reductoras y ferritas cálcicas en condiciones débilmente reductoras.

Las dos muestras 6711 y 41210 presentan todas las características de piezas consolidadas con escasa vitrificación, a pesar del contenido de hierro. Presentan, además, grandes inclusiones de cuarzo, de tamaño incluso superior a 1 mm, y de chamota, heterogéneamente distribuidos en una matriz arcillosa muy agrietada, y que no han sido afectados por la incipiente formación de vidrio. Durante el ensayo CRH, llevado a cabo en atmósfera oxidante, aumenta

la vitrificación y las piezas muestran un claro proceso de contracción. En el caso de 6711, con tan solo indicios de carbonato, el tipo de vidrio formado debe referirse al discutido, previamente, en muestras no calcáreas. En el caso de 41210, la descomposición de los carbonatos existentes, a los que se asigna un origen primario, favorecerá un aumento de la vitrificación, similar a la discutida, también, previamente, para muestras con abundante carbonato. Aunque los datos dilatométricos evidencian el colapsamiento de los materiales amorfos, para dar lugar a nuevas fases, se precisan tiempos de tratamiento más largos para que los pequeños cristalitas sean detectables por DRX.

A 900°C el cambio microestructural es ya muy elevado, los óxidos de hierro se han descompuesto totalmente y todo el hierro libre se ha reducido a formas ferrosas. Todo el  $\text{Fe}^{2+}$  difunde y se diluye en la matriz vítrea, y las piezas resultantes

adquieren un color grisáceo pronunciado. En el caso de atmósferas muy reductoras podría encontrarse, incluso, hierro metálico a tan solo 900°C. Además, la gehlenita (no encontrada en la pieza 41210) es la forma de baja temperatura (900°C), y que incluso en atmósferas fuertemente reductoras persiste el hierro en forma férrica atrapado en la estructura de este silicoaluminato cálcico. En arcillas no calcáreas (que sería el caso de la pieza 6711) la vitrificación de la microestructura es más amplia y el hierro ferroso originado, por la disociación de los óxidos de hierro originales, se disuelve parcialmente en la matriz vítrea para incorporarse a 900°C a un mineral de tipo espinela, como la hercinita.

Por tanto, aunque en atmósferas reductoras, el comportamiento de óxidos de hierro determina sustanciales cambios en la temperatura de vitrificación, y en el tipo de fase secundaria formado, la ausencia de gehlenita en la muestra 41210, con importante contenido de carbonato cálcico, y de hercinita en la 6711, en la que no se observa calcita, corroboran que la temperatura de cocción de las piezas originales es inferior a 800°C, siendo el carbonato encontrado de tipo primario.

En el caso de la 40786, la cocción se realizó en atmósfera reductora a una temperatura entre 800-850°C. Durante la misma se formaron pequeños núcleos de gehlenita, observados por DRX. En esta atmósfera se desarrollaron gránulos de magnetita que coexisten con hematites. El hecho de que la forma  $Fe_2O_3$  solo sea detectada por DRX cuando se lleva a cabo sobre pieza compacta, dando lugar a máximos de difracción agudos y de intensidad media, mientras que los hematites son fácilmente identificables en el difractograma realizado sobre muestra molida, indica que la magnetita se concentra en nódulos distribuidos heterogéneamente en la pieza, mientras que los cristales de hematites se encontrarán más ampliamente distribuidos en la matriz. Tras el ensayo CRH, llevado a cabo en atmósfera reductora, la pieza adquiriría un tono rojo intenso, en el que son perceptibles manchas rojo oscuro, atribuibles a magnetita.

Sin considerar la importante influencia de la atmósfera de cocción, y aceptando para todas las piezas estudiadas, arcilla íltica, cuarzo, feldespato y carbonato cálcico, como materiales de partida, esenciales, la evolución de fases debería poder ser reflejada en un diagrama de fases ternario  $SiO_2-Al_2O_3-CaO$ . Para una mayor sencillez, y dado que desde el punto de vista de la cerámica arqueológica no se es posible aceptar el equilibrio de fases inherente a cualquier diagrama de fases, este diagrama triangular ternario considera como  $CaO$ , a la suma de los fluxes presentes,  $CaO + MgO + Fe_2O_3 + K_2O$  (Pollard y Heron, 1996). En este diagrama, la fase estable es anortita; sin embargo, la temperatura y tiempo de cocción no fueron lo suficientemente altas como para permitir el desarrollo de este silicato. El principal aluminosilicato desarrollado fue gehlenita, cuya temperatura de formación se considera de tan solo 850°C. Al igual que la wollastonita, incorporaría a la estructura importantes cantidades de hierro.

La formación de fases de tipo melilita, gehlenita y gehlenita férrica fundamentalmente, se iniciaría alrededor de 850°C, a partir del  $CaO$  procedente de la descomposición de calcita y de los filosilicatos y feldespatos. Con el aumento de la temperatura, se ve favorecida la formación de wollastonita, pero también en aquellas zonas del material en que los granos de  $CaO$  están en contacto con cuarzo, la formación de wollastonita se ve favorecida frente a gehlenita.

En la muestra 20972, las diferencias en coloración entre el corazón de la pieza, más suave, y el exterior, más rojizo, se traducen en un mayor contenido de gehlenita en el corazón de la pieza y un suave incremento de wollastonita y carbonatos en el exterior. Sin embargo, no se observan diferencias importantes en cuanto al contenido de hematites en ninguna de las zonas de la pieza. En atmósfera oxidante se estudia la evolución microestructural, entre temperatura ambiente y 1200°C, de arcillas naturales a las que añaden hasta 10% de creta fina. Cabe por tanto pensar que en el caso de las muestras del grupo I, independientemente de su contenido en carbonatos en la arcilla original, se ha desarrollado

durante la cocción una microestructura de filamentos o áreas aisladas vítreas, separadas por poros, bastante estable, por lo que el tratamiento térmico posterior, efectuado en el ensayo CRH, ha originado sólo ligeras variaciones que pueden resumirse en una dilatación lineal alrededor del 1%.

El ensayo de calentamiento a velocidad de calentamiento constante permite concluir que las piezas del **grupo I** fueron sometidas a un proceso térmico, a temperaturas de al menos **900°C**. Durante el mismo, se desarrolló una estructura de fases amorfas cristalinas (gehlenita y wollastonita dióxido, observados por DRX) y poros. Se trata de una microestructura lo suficientemente estable como para que el tratamiento posterior de CRH sólo produzca ligeras modificaciones. Así, el resultado total del ensayo es una leve variación dimensional, siendo el 1% la dilatación total en el intervalo 25-950°C.

En el caso de las piezas del **grupo II**, la temperatura de cocción fue muy inferior, posiblemente **700-750°C**, no permitiendo la formación de silicatos aluminicos cristalinos, o cuyo tamaño es tan pequeño que no pueden ser detectados por DRX. La microestructura desarrollada es menos estable, los cuerpos están consolidados pero presentan una escasa vitrificación. Al superar en el ensayo CRH la temperatura de cocción, se produce un claro efecto de sinterización. Este proceso de sinterización origina tras el tratamiento (CRH) cuerpos más densos que en la pieza original. La etapa de sinterización está asociada con la formación de elevada cantidad de fase vítrea, lo que determina la fusión de la misma a tan solo 1000°C.

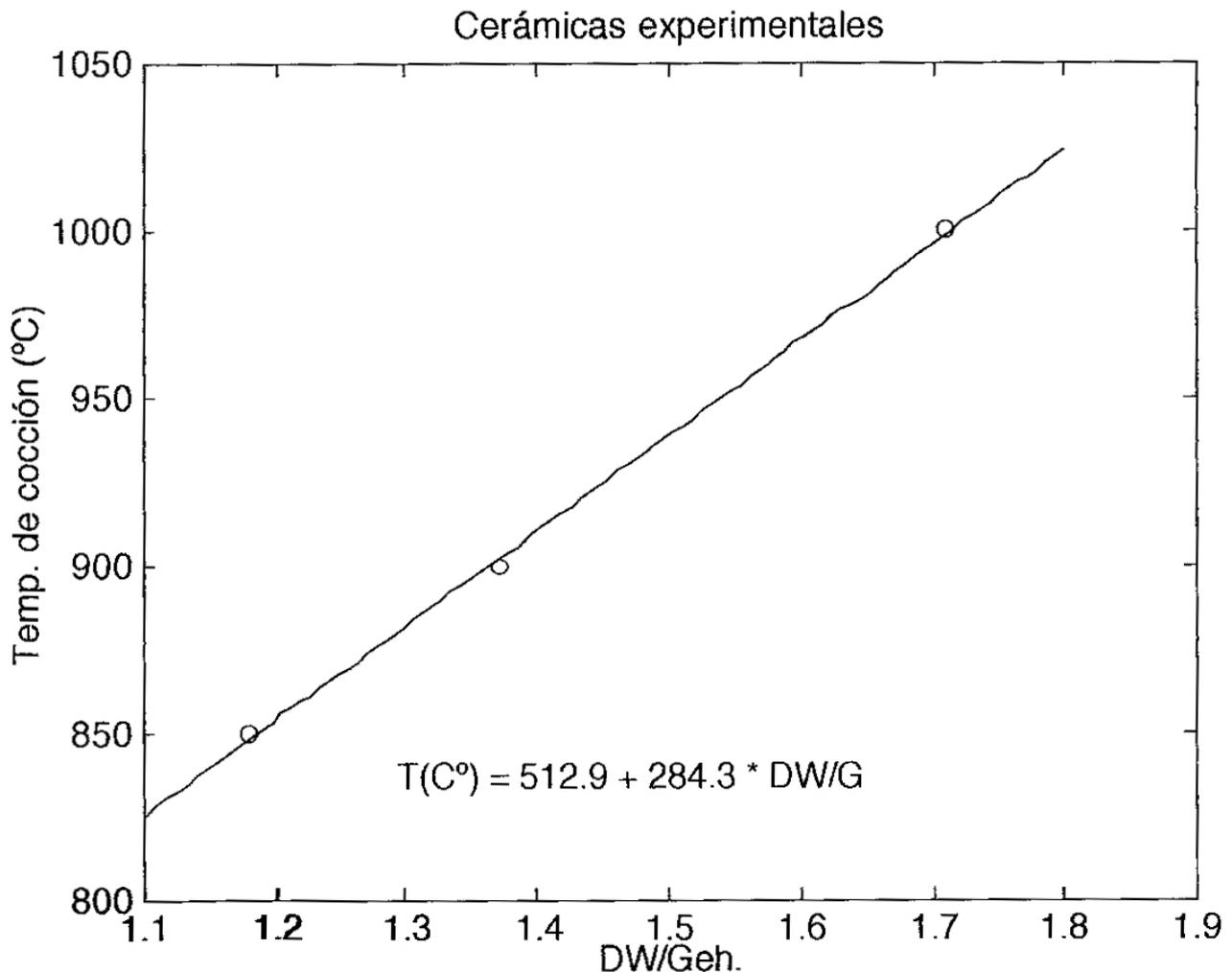
En el **grupo III** se incluiría la muestra 40786, cuya temperatura de cocción es intermedia a las de los grupos I y II y puede situarse en el intervalo **800-850°C**. En este caso se desarrolla una estructura vítrea ligera y una incipiente formación de gehlenita. En el tratamiento CRH continúa la formación de fase vítrea, favorecida por el alto contenido en hierro y la formación de fases cristalinas de aluminosilicatos cálcicos a partir de los núcleos preexistentes.

#### **11.1.3.5 Comparación de algunas técnicas utilizadas para la determinación de las temperaturas de cocción**

Tomando como base los resultados de las analíticas aplicadas a las cerámicas experimentales cocidas al aire libre y en el laboratorio, así como a un conjunto de cerámicas arqueológicas, presentamos algunos de los métodos y la discusión de los resultados que pueden utilizarse para calcular las temperaturas de cocción a las que fueron sometidas las cerámicas arqueológicas.

##### **- Fases de alta temperatura.**

En la bibliografía ya se han descrito métodos para la determinación de temperaturas de cocción de arcillas, basados en la presencia en las muestras de los minerales que aparecen a temperaturas de cocción superiores a 800°C. Estas fases de alta temperatura son: gehlenita (G), dióxido (D) y wollastonita (W). Nosotros hemos comprobado que el cociente medio  $D+W/G$  en función del tratamiento térmico, determinados en cinco materiales arcillosos (RA-005, RA-008, RA-009, RA-010y RA-011), tomados en puntos cercanos al yacimiento arqueológico que es objeto de este estudio y que pudieron haber sido utilizados en la fabricación de las cerámicas arqueológicas, varía prácticamente de forma lineal con la temperatura, pudiendo la recta que une dichos puntos, permitir determinar la temperatura de cocción de una pieza cerámica si se conoce la composición en las tres fases de alta temperatura. Evidentemente el enterramiento de las piezas cerámicas, en largos periodos, puede alterar algunos de los componentes minerales de la muestra. Sin embargo, las fases de alta temperatura no deberían de modificarse de forma importante, debido a su alta estabilidad.

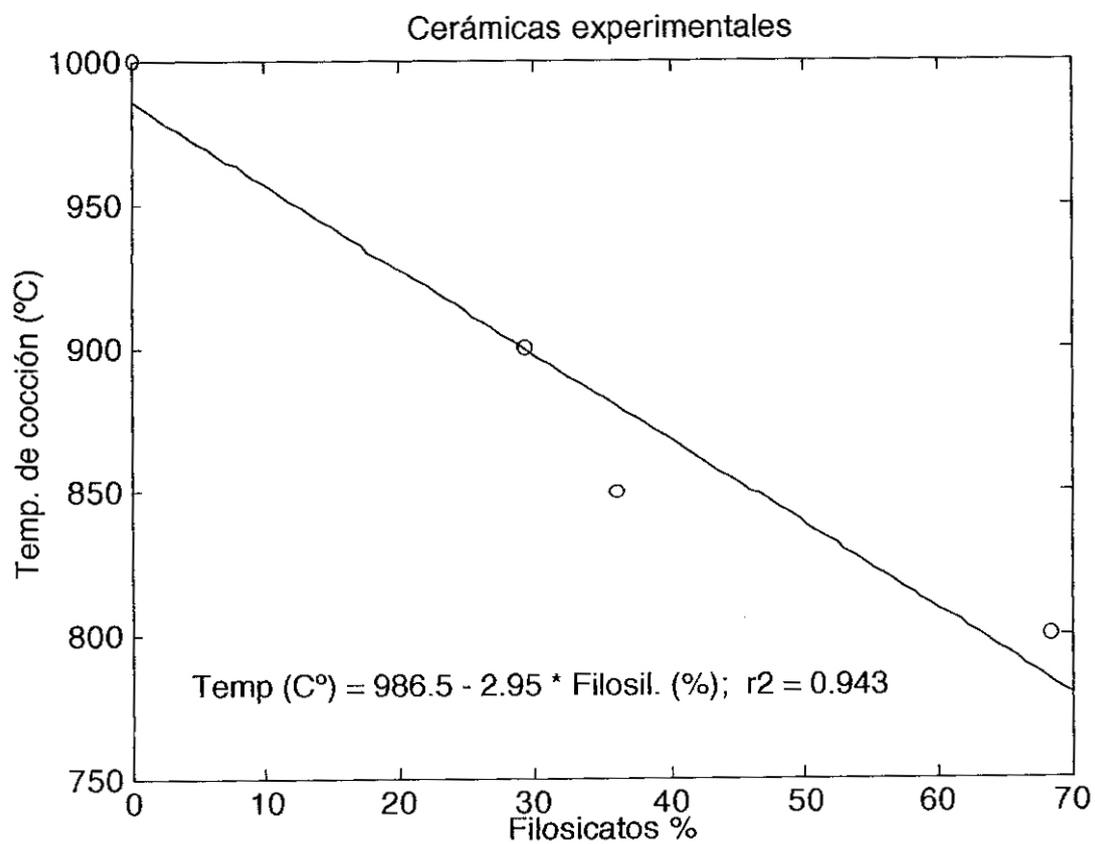
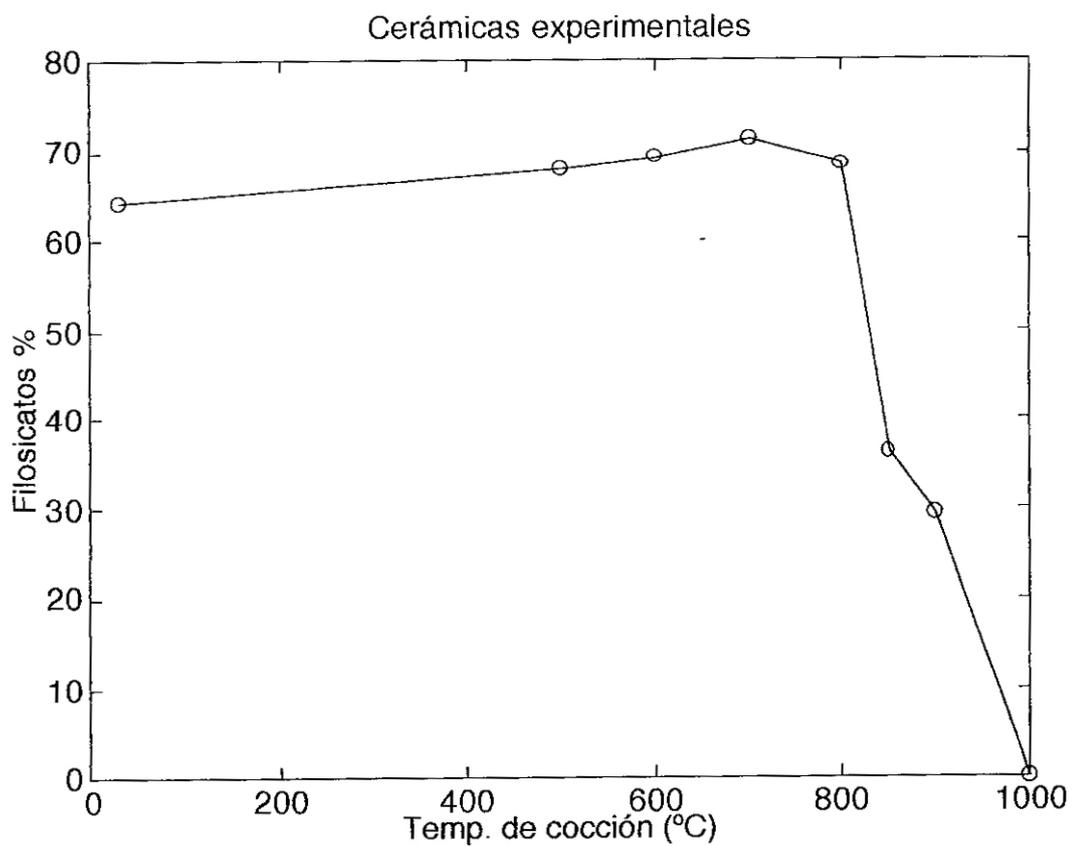


Cuando se estima la temperatura de cocción de las piezas arqueológicas mediante esta ecuación de regresión que se recoge en la figura anterior, se puede observar que el método no da valores consistentes obteniéndose en algunos casos temperaturas extremadamente altas, por lo que consideramos que el método no es de utilidad en la práctica.

**- % de filosilicatos en las piezas cerámicas.**

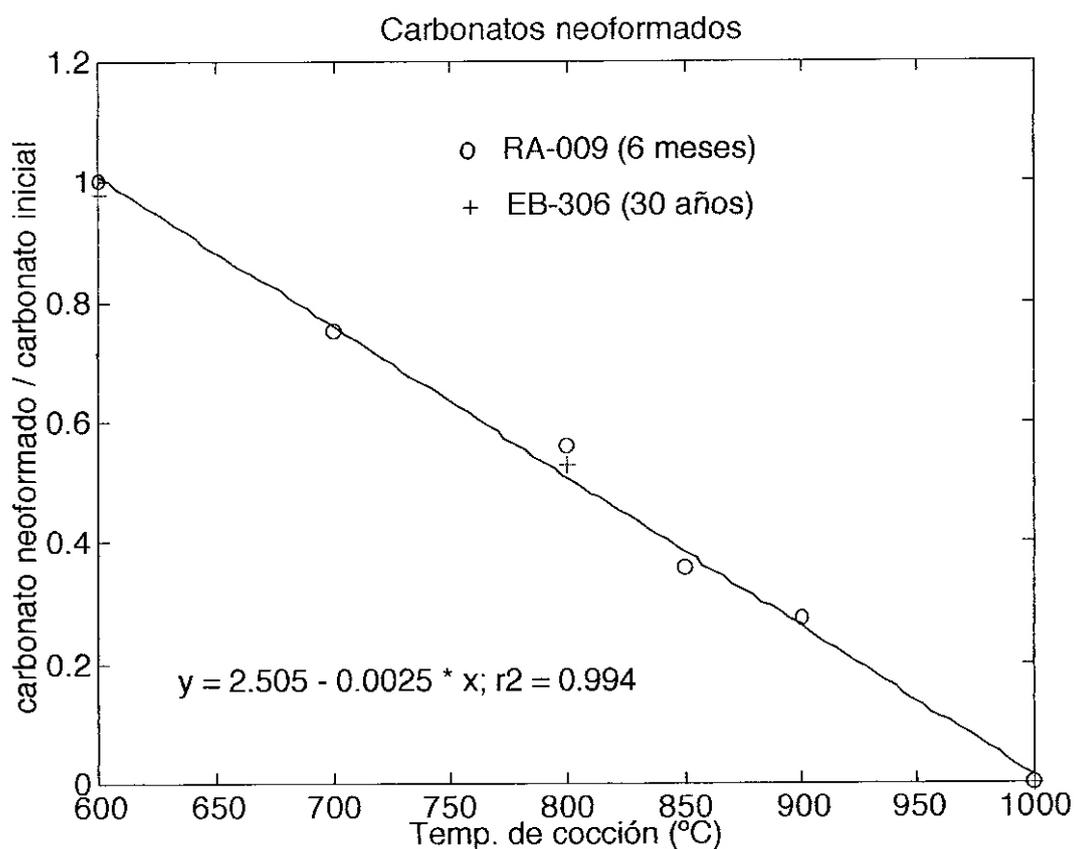
Un segundo método que puede ser utilizado para determinar la temperatura de cocción de piezas cerámicas, es el porcentaje de filosilicatos que aparecen en dichas piezas, determinados por Difracción de Rayos X. De hecho, cuando los materiales arcillosos muestreados en la zona en donde se encuentra emplazado el yacimiento arqueológico, se tratan térmicamente a temperaturas entre 500 y 1000°C, se comprueba que el porcentaje medio de filosilicatos en las muestras arcillosas permanece inalterado hasta los 800°C y a partir de esta temperatura, su contenido medio comienza a disminuir de forma lineal, hasta temperaturas de 1000°C, en donde los filosilicatos desaparecen totalmente. Si se supone que con el enterramiento, la neoformación de filosilicatos es despreciable (algunas plagioclasas presentes en las muestras pueden transformarse en filosilicatos, pero esta reacción, dado el bajo contenido de este mineral en las muestras, no debe alterar de forma importante nuestra primera aproximación), se puede calcular la temperatura de cocción de las piezas cerámicas, en función del contenido en filosilicatos, presentes en dichas muestras.

De la misma forma que anteriormente, se han determinado por este método, que como puede comprobarse se asemeja en gran manera a los determinados por las fases de alta temperatura, sobre todo para temperaturas de cocción superiores a 800°C.



## - Contenido en carbonato cálcico

Ya hemos visto en el estudio de la mineralogía por Difracción de Rayos X de las arcillas experimentales que los carbonatos existentes en dichas muestras desaparecen a temperaturas por encima de 700°C. No obstante, hay evidencias de que los carbonatos descompuestos pueden recomponerse en el tiempo (Buxeda et alii, 1995). Esta reacción de neoformación debe de ser extremadamente rápida, siendo la cantidad neoformada, función de la temperatura a la que se han cocido las muestras de arcilla. Este hecho se ha comprobado al estudiar el contenido en  $\text{C O}_3^{2-}$  de la arcilla RA-009 por ATD-TG transcurridos 6 meses del tratamiento térmico a la que fue sometida (Fig. 11.1.3.5.1. y Fig. 11.1.3.5.2.). En ese tiempo se produce la recarbonatación a partir del  $\text{C O}_2$  atmosférico del óxido e hidróxido cálcicos presentes en las probetas cocidas, y la razón de  $\text{C O}_3^{2-}$  neoformados a los  $\text{C O}_3^{2-}$  presentes en la muestra natural sin cocer es una función lineal de la temperatura previa del tratamiento térmico.



Cuanto más alta es la temperatura de cocción, el óxido cálcico formado por la descomposición térmica de los carbonatos reacciona más fácilmente con otros componentes para formar otras fases de alta temperatura, tales como la gehlenita o el dióxido-wollastonita, de tal manera que queda menos óxido cálcico residual y no puede producirse de forma total la reconstrucción de los carbonatos. De hecho se comprueba que en la arcilla RA-009 la reconstitución de los carbonatos es total (razón 1) en las probetas cocidas en cocidas a 600°C y disminuye linealmente hasta llegar a ser nula en las probetas cocidas a 1000°C.

Para comprobar que la velocidad de neoformación es una reacción rápida, se determinaron también por ATD-TG los carbonatos de una arcilla que contenía, inicialmente, alrededor de un 26 % de  $\text{Ca CO}_3$  y que fue cocida a 600, 800 y 1000°C hace 30 años (muestra EB-306). Puede verse que la relación  $\text{C O}_3^{2-}$  neoformados/ $\text{C O}_3^{2-}$  iniciales, a las tres temperaturas, cae aproximadamente en la misma recta encontrada para la arcilla RA-009. Esto quiere decir que la relación de carbonatos neoformados a carbonatos iniciales es prácticamente la misma en muestras cocidas hace

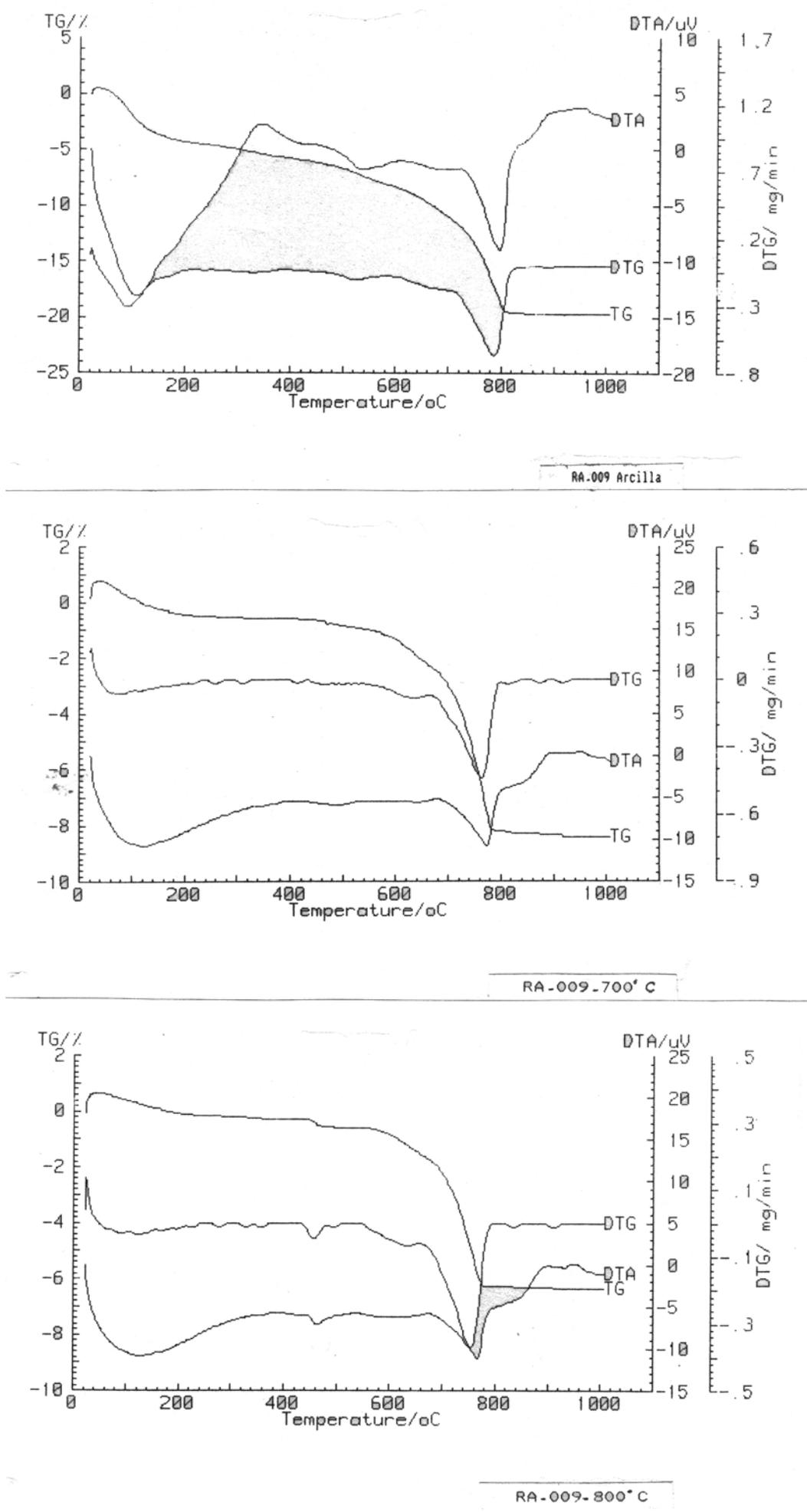
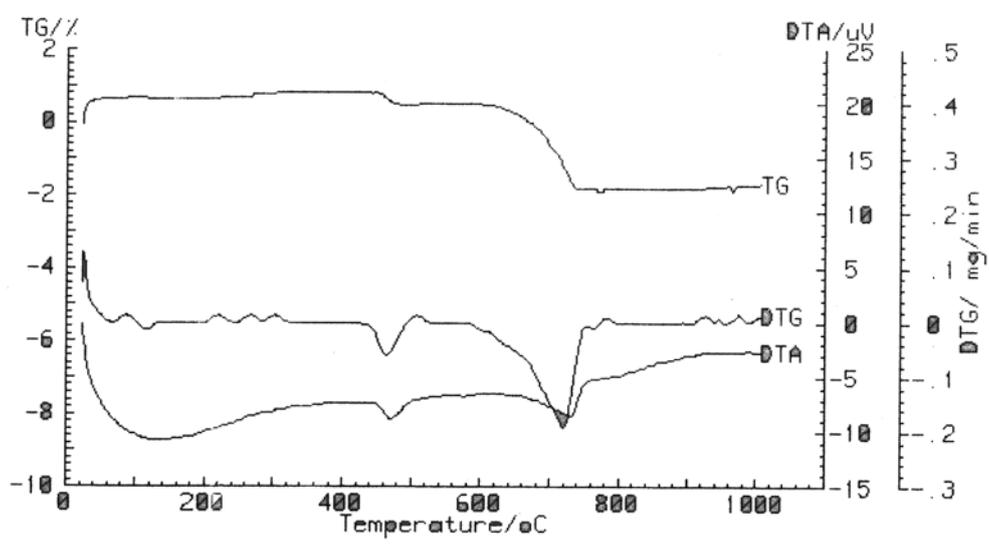
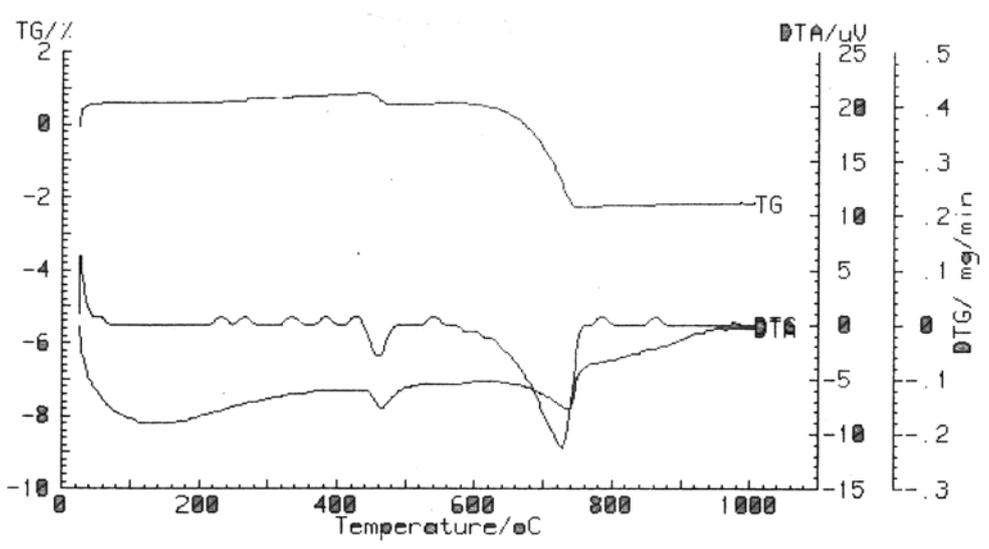


FIG. 11.1.3.5.1. ATD de la arcilla RA-009 sin cocer y cocida a 700 y 800°C



RA-009-850°C



RA-009-900°C

FIG. 11.1.3.5.2. ATD de la arcilla RA-009 sin cocer y cocida a 850 y 900°C

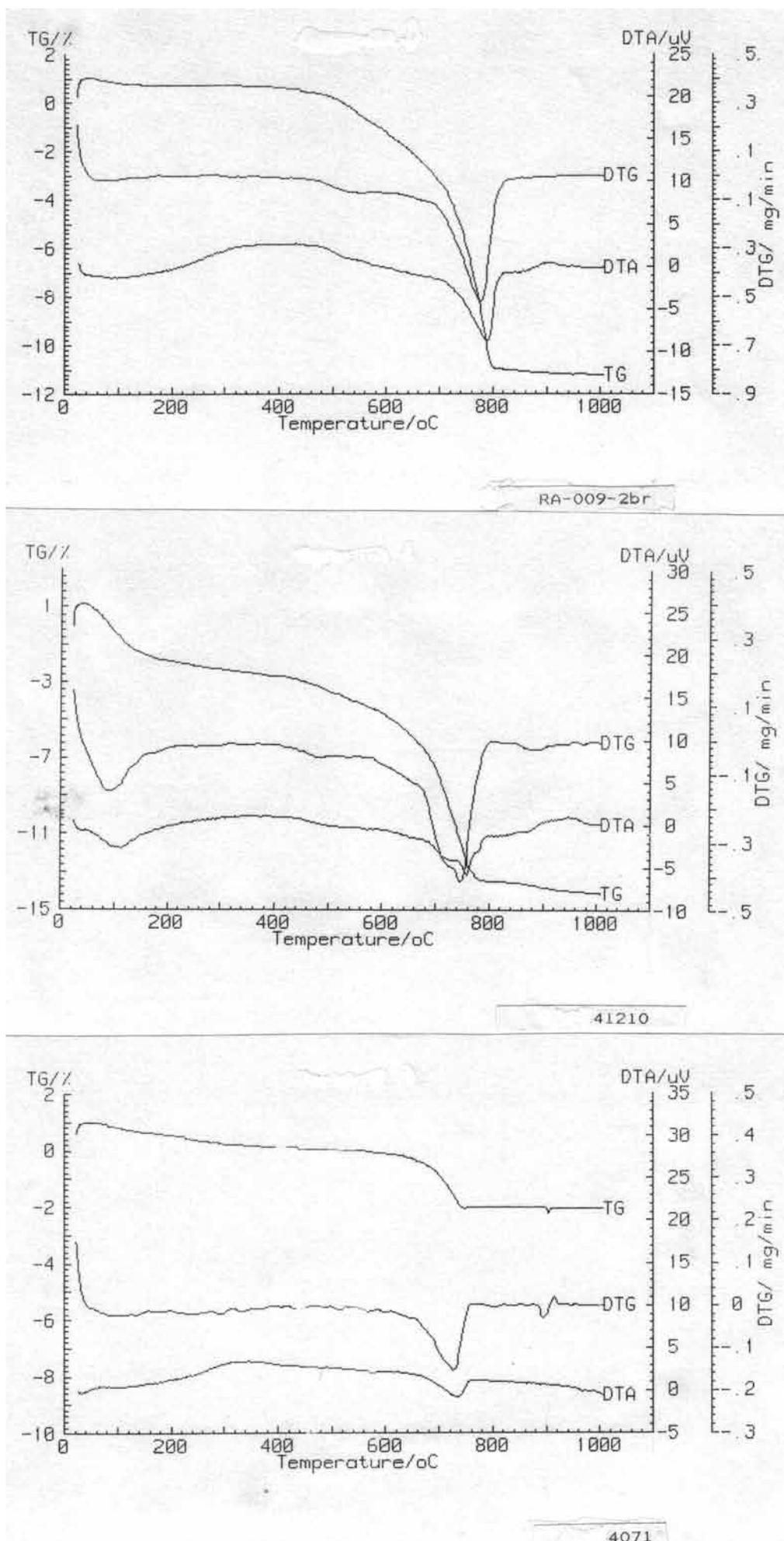


FIG. 11.1.3.5.3. ATD de la cerámica experimental (RA-009-2br) y de las piezas arqueológicas 41210 y 4071

6 meses o hace 30 años, lo que habla en favor de que la recarbonatación es una reacción extremadamente rápida y función, fundamentalmente, del tratamiento térmico previo de la arcilla.

La utilización de este método para la determinación de temperaturas de cocción de piezas cerámicas exigiría el conocimiento previo del contenido en carbonatos de las materias primas. No obstante, el porcentaje de  $\text{CO}_3^{2-}$  de las arcillas tomadas en las inmediaciones del asentamiento (RA-005, RA-008, RA-009, RA-010 y RA-011) oscila entre el 18 y el 22%. Así pues, puede tomarse un valor medio del 20% como una primera aproximación que nos permitirá estimar la relación  $\text{CO}_3^{2-}$  neoformados /  $\text{CO}_3^{2-}$  iniciales en las muestras cerámicas y determinar, así, sus temperaturas de cocción. Las temperaturas de cocción estimadas por este método para las cerámicas arqueológicas se recogen en la Tabla 2. Las discrepancias evidentes que aparecen frente a las estimadas por otros criterios pueden deberse a varias razones: Por un lado, el contenido inicial de carbonatos en las materias primas puede diferir del establecido a priori. Si las arcillas originales eran poco calcáreas se producirá una sobreestimación importante de la temperatura de cocción. Por otro lado, si la granulometría de los carbonatos fuese grosera, se formarán en la cocción gránulos de óxido cálcico de gran tamaño, lo que dificultará en gran medida la formación de fases de alta temperatura y, en consecuencia, podrán encontrarse carbonatos neoformados incluso en piezas cocidas a altas temperaturas.

Aunque la técnica del Análisis Térmico Diferencial (ATD) se ha utilizado exclusivamente para una determinación fina del contenido en carbonatos, se puede ver que en los diagramas se aprecian pautas relacionadas con la temperatura de cocción. La Fig. 11.1.3.5.3. recoge algunos de estos diagramas correspondientes a muestras cuya temperatura de cocción es diferente. Las de baja temperatura muestran efectos endotérmicos apreciables hasta 300°C debidos a pérdida de agua interlaminar de los silicatos. Esta pérdida es claramente muy acentuada en las arcillas sin cocer y muy pequeña en las cocidas a temperaturas altas. En las arcillas sin cocer hay, además, un efecto exotérmico a 330°C debido a la oxidación de la materia orgánica que no está presente en las arcillas cocidas. También se aprecia en ellas la pérdida de agua de deshidroxilación a 530°C, efecto que es muy pequeño o inapreciable en las arcillas cocidas. El efecto endotérmico debido a la descomposición de los carbonatos no parece guardar una relación clara con la temperatura de cocción, al menos dentro del margen de temperaturas experimentado, posiblemente debido a la presencia de carbonatos reconstituidos en piezas de alta. Hay además efectos exotérmicos y endotérmicos pequeños que son difíciles de separar del ruido de fondo. Las curvas de ATD dan, por tanto, algunas indicaciones a grandes rasgos del estado de cocción; pero no se ha intentado incrementar la precisión alcanzable por esta técnica debido el número relativamente reducido de datos disponibles.

#### **- Medida del área superficial**

Un cuarto método que puede servir para la determinación de las temperaturas de cocción de las cerámicas, es la determinación de sus áreas superficiales, en el supuesto de que la temperatura de cocción debe determinar el área superficial de dicha pieza.

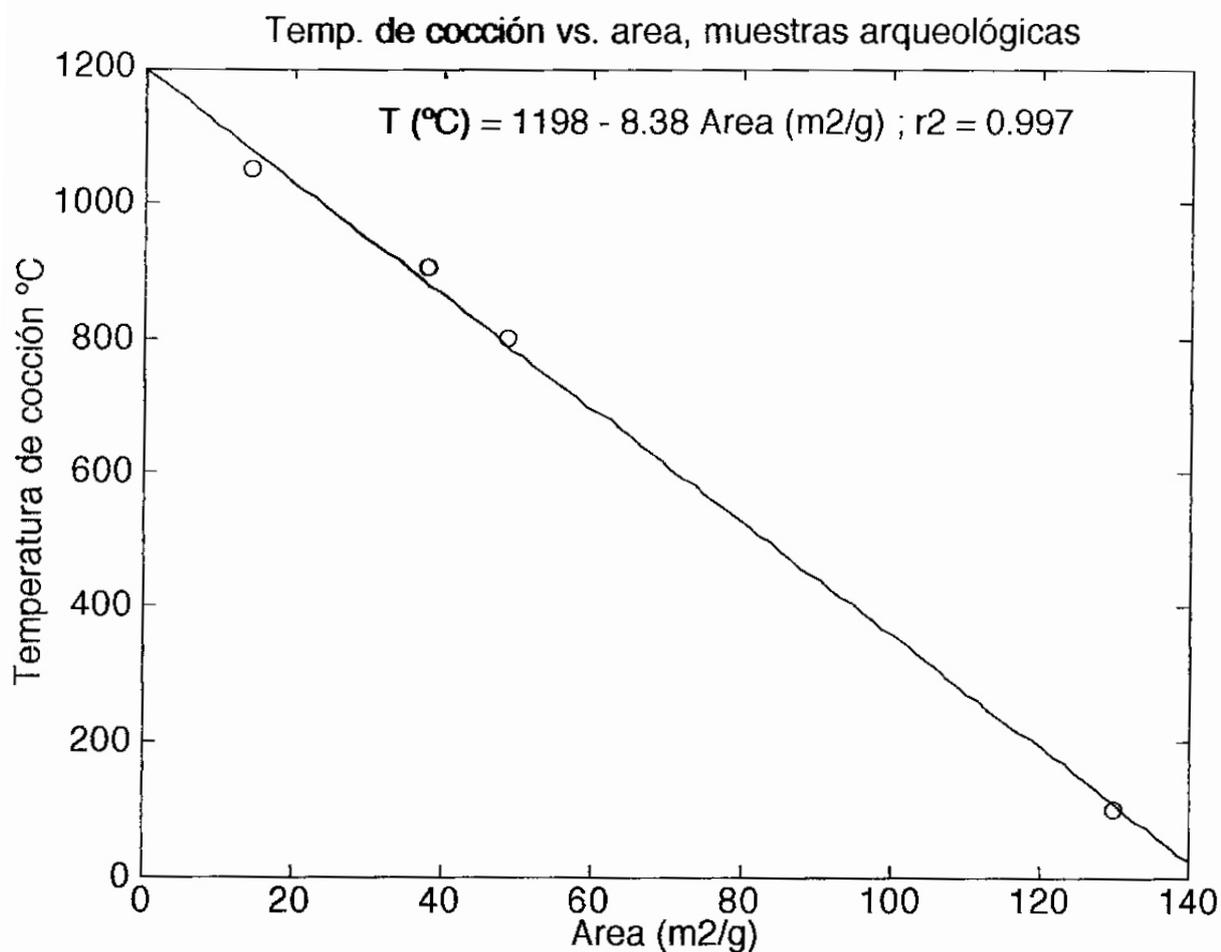
Para comprobar este extremo, hemos puesto a punto un método para la determinación de dichas áreas. Parece evidente que el área determinada por adsorción de  $\text{N}_2$  no debe ser válida, sobre todo, para aquellas muestras que presentan filosilicatos hinchables, en donde el  $\text{N}_2$  no es accesible a las superficies internas de los silicatos. Por ello pensamos que la utilización del vapor de  $\text{H}_2\text{O}$  como adsorbente pudiera dar mejores resultados que la adsorción de  $\text{N}_2$ , como ya se demostró en la bibliografía para la determinación de áreas de arcillas por adsorción de vapor de  $\text{H}_2\text{O}$ . De hecho, las áreas determinadas por  $\text{N}_2$  para dos piezas cerámicas y tres muestras de arcilla, en función del área determinada por

adsorción de  $H_2O$  a  $P/P_0=0.32$ , demuestra que la relación es lineal siendo, el área determinada por  $H_2O$ , superior a la determinada por  $N_2$ . Este mayor orden de magnitud del área determinada por adsorción de agua, se puede demostrar que es debida a la accesibilidad del agua a los espacios interlaminares de los filosilicatos hinchables, como puede comprobarse al representar  $SH_2O$ , frente a % de silicatos hinchables en las muestras estudiadas, cuya relación es lineal, dando la recta una ordenada en el origen, similar al área encontrada por adsorción de  $N_2$ .

Pensamos, por tanto, que el método de determinación de áreas por adsorción de  $H_2O$  es más efectivo en estos casos que la determinada por adsorción de  $N_2$ .

El segundo proceso que hemos estudiado, es determinar las áreas de materiales arcillosos, próximos al asentamiento, en función de la temperatura de cocción. Las áreas de una arcilla cocida a  $850^\circ C$  a diferentes tiempos, demuestra que a las tres horas de tratamiento se alcanza el mínimo del área.

El problema que presenta la utilización de este método, como determinante de la temperatura de cocción de cerámicas arqueológicas, es la posible alteración de las áreas de las muestras por su enterramiento, a través del tiempo. Este fenómeno lo hemos comprobado en una arcilla de aproximadamente  $130m^2/g$  de área superficial cocida a  $600$  y  $1000^\circ C$ . Transcurridos 30 años desde que se realizó la cocción, el área que según la figura 7, debería ser de unos  $40m^2/g$  a  $600^\circ C$  y  $3m^2/g$  a  $1000^\circ C$ , presenta, sin embargo, valores de  $135m^2/g$  a  $600^\circ C$  igual que la muestra de arcilla original y de  $12m^2/g$  a  $1000^\circ C$ , en lugar de los  $3m^2/g$  de la muestra recién tratada térmicamente a  $1000^\circ C$ . Esto indica claramente que en muestras cocidas a  $600^\circ C$ , donde se deshidroxilan los filosilicatos, estos con el tiempo alcanzan su estructura inicial, dando áreas próximas a las de las arcillas originales. Las muestras cocidas a  $1000^\circ C$ , el área superficial también aumenta con el tiempo, aunque de manera menos acusada.



Por tanto, este método es poco fiable para la determinación de temperaturas de cocción de cerámicas arqueológicas. No obstante, algunas consideraciones pueden ser expuestas. En efecto, si estudiamos con detenimiento los datos de las áreas de las piezas cerámicas, puede verse que todas las muestras, que con métodos anteriores daban temperaturas de cocción de alrededor de 1000°C presentan áreas que oscilan entre 12 y 16m<sup>2</sup>/g, próximas a las encontradas para la arcilla tratada a esta temperatura pasados 30 años de cuando se realizó la cocción.

Las muestras que por los métodos anteriores daban temperaturas de cocción próximas a 800°C, presentan áreas de alrededor de 70m<sup>2</sup>/g, como puede comprobarse del estudio de las cerámicas arqueológicas: 40730, 4164 y 3134. Si suponemos que las muestras cocidas a 600°C recuperan el área original de la arcilla (110-120m<sup>2</sup>/g), se pueden representar las áreas, neoformadas en función de la temperatura (600, 800 y 1000°C). La variación de las áreas con la temperatura es prácticamente lineal y la recta puede ser aplicada para determinar temperaturas de cocción de las restantes cerámicas arqueológicas. De esta forma se han calculado las temperaturas así determinadas y a pesar del carácter aproximativo, hay buena concordancia con las temperaturas de cocción determinadas mediante los otros métodos utilizados. Estos hechos se manifiestan más conclusivos, cuando se determinan las temperaturas de cocción de algunas muestras cocidas experimentalmente en el campo, que adjudica temperaturas análogas a las que se consiguieron en la cocción experimental, determinada mediante conos pirométricos.

Tabla 1

	Cal	Plag	Fil	Dol	Geh	DW	DW/Geh	Cal /Cal 1	Area m2/g
<b>T &lt; 800 °C</b>									
41210	24	2	48	2	0	0		1,2	49
4909-71	3	2	63	1	0	0		0,2	54
4913	15	2	47	1	0	0		0,8	49
4164	1	1	72	1	0	0		0,1	67
4055	22	1	48	1	0	0		1,1	28
40730	2	1	70	t	0	0		0,1	69
2562-10	18	1	49	t	0	0		0,9	33
<b>T &lt; 850 °C</b>									
41080	23	1	49	0	0	0		1,2	49
41130	2	1	57	0	0	0		0,1	44
<b>850 °C &lt; T &lt; 1000 °C</b>									
6785	20	1	53	0	1	1	1,0	1,0	25
4897	1	1	77	0	t	1		0,1	49
41211	2	3	57	0	1	1	1,0	0,1	47
13001	14	1	62	0	1	1	1,0	0,7	34
40786	2	23	27	0	2	1	2,0	0,1	27
20030	5	12	53	0	1	3	3,0	0,3	53
4278-3	1	9	50	0	1	2	2,0	0,1	36
20085	3	8	58	0	1	5	5,0	0,2	37
4024-1	7	5	36	0	2	2	1,0	0,4	33
4264	17	3	52	0	1	1	1,0	0,9	39
<b>T &gt;= 1000°C</b>									
2021	5	20	t	0	5	7	1,4	0,3	6
4233-1	6	16	t	0	9	11	1,2	0,3	15
20890	7	16	t	0	2	11	5,5	0,4	20
20895	10	16	t	0	5	12	2,4	0,5	16
4071	8	12	t	0	7	15	2,1	0,4	15

Calcita inicial (Cal 1): 20

En la Tabla 1 se dan las características mineralógicas, área superficial y valores derivados de una selección de muestras arqueológicas que se utilizarán para estimar las temperaturas de cocción. Las muestras se han agrupado en cuatro grandes grupos de acuerdo con la mineralogía siguiendo los siguientes criterios

La dolomita es un mineral que, a diferencia de la calcita, no puede reconstituirse por recarbotación de óxidos después de la cocción. La presencia de este mineral en muestras arqueológicas señalan claramente que estas fueron cocidas a temperaturas inferiores a 800°C.

En el caso de que en las muestras no haya dolomita, pero haya calcita, el criterio que se usa es la ausencia de fases de alta temperatura. Estas aparecen a partir de los 850°C en arcillas calcáreas. La calcita transformaría en óxido cálcico durante la cocción pero podría neoformarse posteriormente por recarbotación. Si la arcilla no es calcárea la adjudicación a este grupo puede ser incierta, como podría ser el caso de la muestra 41130.

La presencia de fases de alta temperatura acompañada de la presencia de abundantes filosilicatos residuales indicaría una temperatura de cocción comprendida entre 850 y 1000°C.

Finalmente la ausencia de filosilicatos indicaría una temperatura igual o superior a los 1000°C. A estas temperaturas no puede haber calcita residual, pero podría aparecer calcita secundaria por neoformación o impregnación durante el enterramiento. La reconstitución de calcita durante el enterramiento sería posible si la granulometría de la calcita presente en las materias primas fuera grosera, lo que dificultaría la reacción del óxido cálcico con otros componentes de la matriz fina para formar fases de alta temperatura.

En la Tabla 2, se recogen las temperaturas estimadas para esas muestras aplicando los distintos criterios que se han explicado más arriba.

Puede comprobarse que el criterio de la disminución de los filosilicatos da valores no coherentes salvo en unos pocos casos. Sólo cuando hay muchos o muy pocos filosilicatos los diagnósticos parecen acertados. Tomando como criterio básico la agrupación preliminar efectuada a partir de la mineralogía, se obtienen 11 aciertos de un total de 24 casos.

El criterio de la razón del Dióxido-Wollastonita a Gehlenita sólo puede aplicarse como es lógico en las muestras que tengan fases de alta temperatura y se obtienen sólo 2 diagnósticos correctos de un total de 15 casos, lo que nos indica que la regresión obtenida a partir de los valores medios de las muestras experimentales no es extrapolable a las muestras arqueológicas. Por otro lado los errores de cuantificación de estos componentes minoritarios por Difracción de Rayos X hacen que los valores de las razones sean muy inciertos.

Con la calcita residual, bajo la hipótesis de que las materias primas tuvieran alrededor del 20 % de carbonato cálcico se obtienen valores coherentes en el intervalo de los 850-1000°C (sólo 3 fallos en el intervalo). La presencia de carbonatos en las muestras sin filosilicatos hace que la temperatura de cocción se infraestime claramente.

La relación del área específica con la temperatura de cocción da un número de fallos reducido (5 casos de 24), lo que invitaría a hacer pensar de que éste sería un método eficiente. Sin embargo hay que hacer notar que al haberse obtenido la regresión del mismo conjunto de datos, su aplicación a otro conjunto diferente, sería, probablemente, mucho menos satisfactoria.

Tabla 2. Temperaturas estimadas por distintos métodos

	Fil	T est. °C	DW/Geh	T est. °C	Cal /Cal 1	T est. °C	Area m2/g	T est. °C
<b>T &lt;800 °C</b>								
41210	48	845			1,2	522	49	787
4909-71	63	801			0,2	942	54	745
4913	47	848			0,8	702	49	788
4164	72	774			0,1	982	67	638
4055	48	845			1,1	562	28	964
40730	70	780			0,1	962	69	621
2562-10	49	842			0,9	642	33	925
<b>T &lt;850 °C</b>								
41080	49	842			1,2	542	49	785
41130	57	818			0,1	962	44	828
<b>850 °C &lt; T &lt; 1000 °C</b>								
6785	53	830	1,0	797	1,0	602	25	987
4897	77	759			0,1	982	49	784
41211	57	818	1,0	797	0,1	962	47	804
13001	62	804	1,0	797	0,7	722	34	913
40786	27	907	2,0	1082	0,1	962	27	970
20030	53	830	3,0	1366	0,3	902	53	753
4278-3	50	839	2,0	1082	0,1	982	36	895
20085	58	815	5,0	1934	0,2	942	37	890
4024-1	36	880	1,0	797	0,4	862	33	919
4264	52	833	1,0	797	0,9	662	39	870
<b>T &gt;=1000°C</b>								
2021	t	1000	1,4	911	0,3	902	6	1146
4233-1	t	1000	1,2	860	0,3	882	15	1071
20890	t	1000	5,5	2077	0,4	862	20	1030
20895	t	1000	2,4	1195	0,5	802	16	1061
4071	t	1000	2,1	1122	0,4	842	15	1073

Cal 1 = 20

En resumen, las estrategias ensayadas para la predicción de las temperaturas de cocción no son en nuestra opinión muy eficientes tomadas aisladamente. El criterio más seguro y simple es, probablemente, la mineralogía de las piezas cocidas que puede ayudarnos a establecer unos intervalos aproximados de temperaturas de cocción, sin que de momento sea posible hacer precisiones del orden de decenas de °C. Las discrepancias entre teoría y práctica pueden deberse a :

- La variabilidad composicional que puede encontrarse en las materias primas.
- Condiciones de cocción
  - oxidación-reducción durante la cocción

- duración de los periodos de calentamiento y enfriamiento
- duración total de la cocción
- características del combustible empleado
- Errores inherentes a las medidas de temperaturas durante la experimentación, termopares, conos pirométricos, etc..
- Cambios composicionales posteriores a la cocción, ya sean debidos al uso o al enterramiento de piezas.
- La experimentación efectuada con un número reducido de muestras difícilmente puede dar una guía precisa de las relaciones temperatura-composición dada la cantidad de variables implicadas, unas conocidas y otras no. Las ecuaciones de predicción son en consecuencia poco fiables cuando se extrapolan a conjuntos de cerámicas arqueológicas.

Por lo que se refiere a la calcita como criterio de diagnóstico en las temperaturas de cocción, hay que hacer resaltar que la presencia de carbonatos ha sido utilizada frecuentemente de forma errónea para diagnosticar temperaturas de cocción bajas (Martín et alii, 1985; S. Domínguez-Bella, 1999). Este error es debido a considerar la total desaparición de este mineral por encima de los 800°C, hecho observado en cocciones experimentales. Sin embargo, parece claro que el carbonato puede estar presente incluso en piezas cocidas a temperaturas altas, ya sea como consecuencia de la recarbonatación del óxido cálcico presente en las piezas recién cocidas o, bien, a causa de la impregnación por carbonatos que se depositan en los poros de las piezas durante el enterramiento (Echallier, 1984; García Heras, 1993; Buxeda et alii, 1995) (Fig. 11.1.3.5.4.). Así pues, opinamos que hay que rechazar de forma decidida este criterio. En el conjunto de muestras estudiadas hay piezas con evidencias muy claras de haber sido cocidas a altas temperaturas (ausencia de filosilicatos, abundancia de gehlenita y/o diópsido-wollastonita, presencia de granos de cuarzo con aureola de reacción (muestra 4071), con un 8% de calcita, que llegan a tener, en algún caso, cantidades calcita de incluso hasta el 27 % (muestra 4278-1).

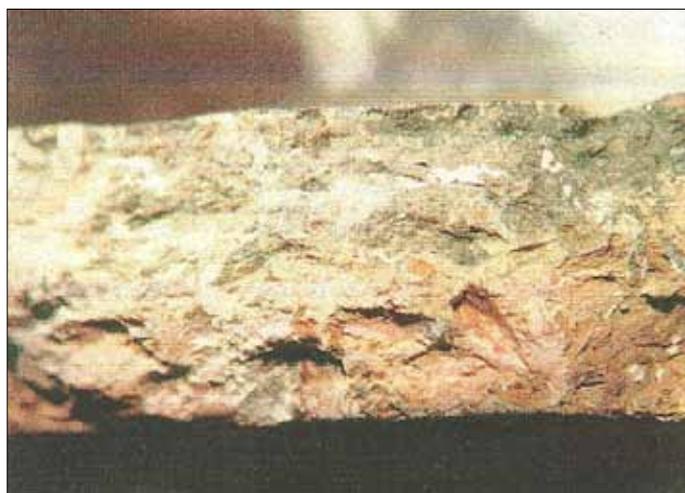


FIG. 11.1.3.5.4. Carbonatos secundarios presentes en la matriz cerámica



## Capítulo 12. MARCO SOCIAL DE LA PRODUCCIÓN ALFARERA

La Arqueología se ha ocupado de la materialidad de los restos encontrados, pero los arqueólogos que se ocupan de la sociedad que produjo esos restos, a través del estudio de la cultura material, no pueden quedarse en los datos arqueométricos y, en el mejor de los casos, en las implicaciones de tipo tecnológico de los mismos. La alfarería, como una de las actividades propias de los grupos humanos del pasado, se realiza en el seno de una determinada sociedad, donde se dan unas determinadas relaciones sociales que afectan a la producción alfarera. Hay que hacer un esfuerzo por darle sentido a los datos arqueométricos en el contexto social en el que se producen, aunque para ello sea necesario utilizar, vía analogía etnográfica, vía etnoarqueología, contextos de producción próximos a los que pretendemos estudiar en el registro arqueológico.

Aunque lo lógico sería un acercamiento global al conocimiento de la cultura, este trabajo se va a centrar en aspectos sociotécnicos de la producción cerámica, ya que la utilización de técnicas analíticas aplicadas sólo permite un acercamiento técnico con implicaciones en las condiciones sociales de la producción alfarera, renunciando a la significación ideacional, aspecto éste que tendrá que ser abordado en otros estudios.

En los estudios etnoarqueológicos, los aspectos sociales y culturales de la producción cerámica han sido, también, analizados por etnoarqueólogos que estudian la producción cerámica en los pueblos que investigan. Los estudios de los contextos sociales en los que se desarrolla la producción cerámica han contribuido al acercamiento al estudio de la cerámica arqueológica, pues la producción cerámica tradicional realizada por estas sociedades nos servirá para marcar nuestra investigación sobre el pasado. Es necesario relacionar lo estático del registro arqueológico con lo dinámico del contexto social etnoarqueológico. La cerámica, como toda la cultura material que proporciona un yacimiento arqueológico, para que tenga contenido, tiene que analizarse en su contexto social. En el estudio de las sociedades actuales se puede observar la complejidad de la estructura social, frente a lo reducido del registro material, que es lo único que el arqueólogo puede documentar.

Por lo que se refiere al estudio de la producción alfarera en Arqueología, éste se ha ocupado, sobre todo, de los aspectos formales y estilísticos de las cerámicas, pudiéndose inferir algo de la tecnología cuando se han encontrado estructuras correspondientes a hornos, o zonas relacionadas con esta actividad, como pueden ser los vertederos del material cerámico con fallos de cocción. Como señala Orton (1997), se llega a afirmar que, "... en un área determinada no se ha podido fabricar cierto tipo de cerámica porque no se han encontrado hornos". Es difícil, por tanto, en Arqueología llegar a inferir el comportamiento alfarero en las distintas épocas partiendo solamente del registro material de la cerámica, que es de lo único que se dispone la mayoría de las veces.

### 12.1. La producción alfarera según la Etnología

Como ya hemos señalado, la cerámica es el material más abundante y mejor conservado que se documenta en los registros arqueológicos; sin embargo, rara vez se documentan las áreas relacionadas con la alfarería, con lo que resulta difícil inferir sobre el sistema de producción cerámica en las distintas épocas. De esta manera, como señala Orton (1997), el estudio de la tecnología puede ayudar a situar la producción cerámica en su contexto social.

Los estudios etnológicos sobre producción alfarera en sociedades tradicionales están cada vez más reducidos a áreas muy concretas, ya que son menos las zonas que continúan una tradición doméstica de producción cerámica, pues se observa cómo “las vasijas de cerámica se ven sustituidas por las de lata, aluminio o plástico” (Schültz, 1994) o, también, como señala A. Lizarazu (1987), “...la introducción de útiles no cerámicos, como plásticos y hojalatas, baratos y duraderos, para los fines que cumplían aquellos”.

Es importante, a la hora de situarnos en el marco social de la producción cerámica en la antigüedad, tener presentes los estudios etnológicos realizados en zonas que conservan esta tradición casi inalterada en el transcurso de los siglos.

El cambio en los modos de vida que se ha ido produciendo en la sociedad lleva consigo que actividades que iban unidas a ellos se hayan trasladado a la Historia, y, en algunos casos, a la Arqueología, por lo que cada vez es más difícil encontrar datos etnográficos sobre este tipo de actividad en sociedades actuales.

### **12.1.1. La alfarería tradicional en la Península Ibérica**

En nuestro país, aunque haya zonas en las que se realiza alfarería tradicional, esta actividad abandona, cada vez más, el ámbito doméstico y se desarrolla como un trabajo artesanal. La alfarería tradicional se encuentra restringida a zonas muy concretas, y está, cada vez, más sujeta a los avances tecnológicos, realizándose, en la mayoría de los casos, producciones a torno, aunque hay, todavía, algunas producciones a mano, pero que se cuecen en hornos bicamerales o eléctricos y con personas dedicadas a ello a tiempo total. Teniendo en cuenta esto, la investigación sobre la alfarería doméstica entra dentro del campo de los estudios sobre experimentación cerámica, que se apoyan en las investigaciones etnológicas.

Para el conocimiento de la alfarería tradicional que se realiza en nuestro país es interesante el libro de E. Sempere, “Rutas a los alfares. España–Portugal”. De las producciones alfareras tradicionales que se realizan en la Península, hay que destacar la de la provincia de Zamora, que, aunque se considera tradicional, ha empezado a incluir en su cadena de producción avances tecnológicos (hornos con fuel–oil). De los centros alfareros que siguen funcionando en la actualidad en esta provincia, hay que destacar el de Pereruela, al que, como señala Sempere (1982), la importancia le viene por la calidad refractaria de sus arcillas, que se utilizan, esencialmente, para la fabricación de vasijas que van a estar en contacto con el fuego. En los siglos XVIII y XIX estas arcillas llegaron a exportarse a Europa para la realización de crisoles. En la actualidad, en Pereruela siguen trabajando unas ocho mujeres, y, aunque esta actividad reporta importantes beneficios y la demanda es mayor que la que estas mujeres pueden atender; las hijas de las alfareras prefieren dedicarse a otros oficios, alegando que éste es “sucio” y “trabajoso”. En una conversación con una de estas alfareras, ella nos describió cómo los hombres empiezan a introducirse más de lleno en esta actividad, en la que, hasta ahora, sólo se habían dedicado a tareas auxiliares, tales como abastecer de la arcilla a sus mujeres, y a la cocción (Fig. 12.1.1.1.). En el marco de la tesis doctoral de M. A. Cau Ontiveros (1997) se ha realizado un estudio arqueométrico de las producciones de Pereruela para contrastar sus aspectos tecnológicos con los de la cerámica romana de cocina encontrada en las Islas Baleares.

Otro centro importante en Zamora es el de Moveros, que, aunque tiene menor población que el anterior, es mayor el número de alfareras. Este centro se benefició del cierre de la vecina alfarería de Muelas del Pan, con lo que el trabajo y la demanda ha aumentado (Cortés, 1958). La alfarería que en él se produce es más fina que la de Pereruela y está destinada a contener agua. Aunque ambos centros estén muy cercanos, cada uno tiene una alfarería con una finalidad

bien distinta, por lo que no existe competencia entre ambos, pudiendo mantener cada uno su mercado.

En el pueblo de Carbellino, cercano a los anteriores, son dos las mujeres que siguen manteniendo esta tradición alfarera, y sus maridos se encargan sólo de la comercialización.

En todos estos lugares el trabajo se realiza con la rueda baja y es estacional, durando desde la primavera hasta inicios del otoño, que es cuando, tanto hombres como mujeres, empiezan a realizar labores agrícolas, como la vendimia.

La alfarería de Mota del Cuervo tiene las mismas características que las anteriores, siendo el centro más meridional de la península en el que las mujeres trabajan con la rueda. Es un trabajo también estacional y compartido con labores agrícolas, como la vendimia. En este centro alfarero trabajan cinco mujeres, siendo también los maridos los que extraen el barro, realizan la cocción y venden la producción por los pueblos.

Por lo que se refiere al vecino país de Portugal, la zona norte, próxima a la provincia de Zamora, es la que conserva la alfarería más tradicional. Hay que destacar los centros de Pinhela, Malhada Sorda y Fazamoses. Pinhela se encuentra a 50 km. de Moveros, por lo que, tanto las arcillas como las formas y las técnicas realizadas, son muy parecidas en ambos lugares. En él trabajan mujeres modelando a la rueda. Las cocciones se realizan en horno céltico (horno bicameral tradicional del norte de la Península Ibérica), a diferencia de los centros citados anteriormente, en los que se utilizan hornos descubiertos. El centro de Malhada Sorda, es el más meridional de Portugal en donde siguen trabajando mujeres con la rueda, siguiendo los mismos usos alfareros de Moveros, Pereruela y Pinheda. Aquí, como en Pinheda, el horno es de tipo céltico. En Famazoes la producción alfarera se realiza también con rueda de mano, pero en este caso es operada por un hombre. En este centro, lo que más llama la atención es el tipo de cocción – en hoguera –, formada por un simple hoyo de 0.5 m. de hondo por 2.5 m. de diámetro, siendo éste el único que queda de los tres comunales que había anteriormente en el pueblo. Esta resulta ser la forma de cocción más antigua conservada en la Península.

### **12.1.2. La alfarería tradicional en las Islas Canarias**

Otra zona donde se conserva la alfarería tradicional, son las Islas Canarias. Lizarazu (1987), realiza un estudio concreto, centrado en las Islas de Lanzarote y Fuerteventura, que son las que conservan una actividad alfarera más primitiva que se remonta a época prehispanica. Esta autora señala, en la isla de Lanzarote, la localización de tres alfares, de los que uno de ellos no se encuentra activo en nuestros días, mientras que en Fuerteventura, de los siete alfares que se tenía constancia hasta los años veinte, sólo sigue funcionando uno.

La producción alfarera tradicional en las Islas Canarias, entra dentro de la producción familiar femenina, siendo esta actividad complementaria de las agrícolas. En la actualidad, con la decadencia del oficio, que sigue manteniendo técnicas arcaicas tales como el modelado estático y la cocción en hoguera, se incorporan algunos hombres, como, señala la autora, al describir el caso de Lanzarote. Esta incorporación masculina, según Lizarazu, puede deberse a una nueva concepción de la alfarería, ya que antes era considerada como una actividad económica complementaria que servía a las necesidades de una comunidad rural, y sólo era realizada por mujeres de nivel bajo, considerándose como una ocupación “sucia” y “esclava”. En la actualidad, empieza a plantearse como un oficio que está desapareciendo, y que es necesario recuperar, con lo que las personas que se dedican a ello, no son ya solamente mujeres, herederas de los conocimientos artesanos transmitidos por las generaciones de mujeres, sino que se está produciendo una incorporación de personas de ambos sexos, consideradas artistas creadores, con lo que la producción actual, aunque siguiendo el

esquema tradicional, poco tiene que ver con la producción desarrollada en el seno familiar o con la economía doméstica.

En el caso de la alfarería de Fuerteventura, la autora señala que esta producción está menos adulterada que la de Lanzarote, manteniendo el esquema tradicional de actividad familiar femenina, destinándose, aún en nuestros días, para usos tradicionales, ya que el turismo tiene todavía poca influencia.

El esquema tradicional alfarero hay que encuadrarlo dentro de una actividad doméstica femenina, transmitida de madres a hijas, en la que los hombres colaboran, solamente, en la extracción y acarreo de la arcilla. Se sigue manteniendo una tecnología primitiva, como es el modelado a mano y la cocción en hogueras, que no requiere de inversión inicial (materias primas y combustible gratuitos) ni de mantenimiento. La producción en estos alfares no es a tiempo total, con lo que no se manufactura mucho, y, por tanto, no se considera esta actividad como artesanal.



Por lo que se refiere al resto de las islas, E. Sempere (1982) recoge algunas de las zonas en donde se sigue realizando alfarería tradicional. En el caso de la isla de La Palma, señala la existencia de dos centros alfareros, el de La Degollada y el de La Atalaya. En el primero trabajan dos hombres y dos mujeres, utilizando la técnica del modelado estático, y realizando cocciones en hornos de una sola cámara y de tiraje por la puerta. En la Atalaya, trabajan un hombre y una mujer, con las mismas técnicas que en el centro anterior.

Otro centro en Tenerife es el de La Victoria de Acentejo, en el que sólo trabajan dos mujeres, con modelado estático, aunque de pie, realizándose la cocción en horno cubierto, horno éste más parecido a los de la Península. También hay que citar el centro de El Cercado, en donde se realiza modelado estático y cocciones en hornos de una sola cámara.

A. Lizarazu indica que el mantenimiento de este tipo de actividad en las Islas Canarias tiene su paralelo más próximo en la cercana alfarería beréber.



FIG. 12.1.1.1. Comercialización en la actualidad de la producción alfarera de Peruelua en mercados itinerantes de alfarería (Fotos: autora).

### 12.1.3. La alfarería tradicional en el África del Norte y Subsahariana occidental

Los trabajos sobre investigación en etnología cerámica fuera de nuestro país, pero cercanos a nosotros, hay que situarlos en el norte de África, en donde la tradición alfarera doméstica tiene, aún en nuestros días, un gran peso social en algunas zonas.

Schütz (1994) recoge el trabajo de Gruner (1973) sobre la cerámica beréber del este de Argelia, y la define con las siguientes características: actividad autóctona, en la que el modelado se hace a mano, rural, para uso propio no comercial, con cocciones al aire libre, y realizada únicamente por mujeres. Estas características nos sirven también para definir lo que podríamos considerar, por analogía, como producción alfarera dentro del marco social doméstico.

En los estudios de etnología se señala la alfarería doméstica como una actividad temporal, en la que habitualmente sólo se trabajaba durante el buen tiempo: primavera y verano. Su organización es puramente familiar, produciendo un solo individuo y colaborando en la cocción el resto de la familia. A este respecto, hay que señalar las aportaciones, tanto de I. Schütz (1994), en Slit (Marruecos) (Fig. 12.1.3.1.), como las de J. A. Ramón (1994), también en el norte de Marruecos. En ambos casos, hay que resaltar que la característica principal de esta actividad es la de ser un trabajo de mujeres – no lo consideran un oficio –, que entra en el apartado de lo cotidiano y que se realiza, como indica Schütz, después de los demás trabajos de la casa, “cuando no tienen nada que hacer”. Es una actividad aprendida a través de generaciones de mujeres, siendo las abuelas las encargadas de estas enseñanzas, pues, como señala Ramón, “...el fabricar cacharros necesarios para la casa, estaba incluido en el grupo de los precisos para casarse, junto con el saber amasar y cocer el pan, el tejer, el confeccionar algún sencillo vestido o el cocinar. Si la mujer era del campo, ..., también debía saber ordeñar, hacer manteca y queso, cuidar los animales, ir por agua y leña, y ...otras cosas, todo esto se aprendía desde niña por imitación”. El trabajo que no producía ingresos se adjudicaba a la mujer; en este grupo se incluía la fabricación de la cacharrería doméstica.

A esto, añade Ramón, “...los cacharros los confeccionaba la mujer, y, si vivía en el campo, también se encargaba de buscar la leña y, en alguna ocasión, de procurarse la arcilla, si ésta se encontraba en terrenos propios del grupo en donde vivía. Si, por el contrario, la zona no proporcionaba los recursos necesarios y había que “salir” a buscarlos, esta actuación era asumida por el hombre”.

Por lo tanto, en el contexto doméstico, hay que señalar la existencia de dos mundos claramente diferenciados: el masculino, dirigido hacia el exterior y el femenino, dirigido hacia el interior o puramente doméstico.

En la actualidad, la etapa final del proceso alfarero, se encuentra desprovista del “ritual” que tenía en tiempos pasados, en los que, como recuerda una alfarera de Tánger, – recogiendo la experiencia de Ramón –, la cocción en común de las piezas que cada una había confeccionado con anterioridad, era “la fiesta de las mujeres”, sin hombres cerca y sin niños, en donde se relacionaban libremente entre ellas para charlar de sus cosas. En la actualidad, al trabajar la alfarera sola, la cocción es solamente la etapa final de un trabajo que no conserva los rasgos culturales que tenía unos años antes”.

Otro trabajo que hay que citar referente a la alfarería de este país es el de Picon (1995), sobre la producción cerámica en tres zonas de Marruecos, marcando las diferencias entre cada una de ellas, con lo que se puede distinguir entre producción doméstica, la de artesanos y la de los grandes talleres. Al norte de Marruecos, en las montañas del Rif, señala que hasta principios de este siglo, la producción alfarera de esta zona era doméstica, siendo cada mujer una

alfarera que satisfacía las necesidades de su menaje. En la actualidad, aunque se puede seguir hablando de producción doméstica en el Rif, ésta está restringida a zonas concretas, encontrándose, cada vez más dispersa. Sin embargo, en el resto de Marruecos, la tendencia de la producción actual es a la concentración en pueblos de alfareros que abastecen a su entorno. El autor incluye dentro de esta categoría a la alfarería del Alto Atlas, caracterizándola por ser masculina, trabajar con el torno en talleres familiares y realizar cocciones, preferentemente, en hornos. La producción alfarera de esta zona se encontraría en un estado intermedio entre la producción doméstica rifeña y la de los grandes talleres del noroeste de Marruecos. Como indica el autor, el desarrollo de estos talleres artesanales está relacionado con la accesibilidad a las arcillas de buena calidad, aunque esto no puede entenderse, sin tener en cuenta, de forma preferente, factores económicos y sociales.



FIG. 12.1.3.1. Cocción al aire libre en Slit (Marruecos). Fotos: I. Schütz

Los procesos de cambio social que va viviendo esta zona se dejan sentir, también, en la actividad alfarera, en donde, como afirma Ramón, nos encontramos ante un modelo de alfarería tradicional mixto, ya que, aunque son vasijas relacionadas con el trabajo femenino, hechas para cubrir necesidades domésticas, al evolucionar los modelos económicos, la actividad alfarera comienza a ser considerada como fuente productora de ingresos notables. Así, aunque el modelado sigue estando en manos de mujeres alfareras, la participación masculina es cada vez más notable, sobre todo, en algunos momentos de la producción y comercialización. A este sentido, señala J. Coll (1994), cuando se desborda el mundo interno de la producción doméstica, y se inicia una relación con el mundo externo, se apunta un incipiente cambio hacia el sistema denominado de industria doméstica. Sin embargo, este nivel doméstico es susceptible de mantener relaciones externas, en el caso de las sociedades islámicas, bajo el control directo del hombre; por tanto, el sistema de producción doméstico beréber se compone de dos niveles de actividad económica, el interior, dirigido al autoconsumo y el externo, dirigido a la comercialización. Esta producción doméstica, cada vez se va abriendo más a los mercados turísticos, con lo que interesa es la máxima producción, en detrimento de la calidad del producto. Según Coll, este modelo puede plantear interesantes propuestas hacia la interpretación del cambio cultural, señalando que hay “...un cambio consciente (que es el que provoca la resistencia y el rechazo por la tradición a la costumbre y la idiosincrasia del grupo) y un cambio no evidente, que es el provocado en consonancia con otros cambios del sistema cultural, bien por imposiciones, bien por nuevos elementos que aparecen en la articulación social como el comercio a distancia o el mercado turístico” (Coll, 1994).

Analizando las cuestiones que se exponen en los dos trabajos sobre la alfarería en el norte de Marruecos (Schütz–Ramón, 1994), J. Coll expone una serie de comentarios que la definen. De estos interesantes comentarios, quisiéramos destacar aquí, por su incidencia en sociedades protohistóricas, como la estudiada en esta tesis, dos características de la alfarería doméstica: la mentalidad preindustrial y el conservadurismo. La mentalidad preindustrial, donde la división

del trabajo está relacionada con el sexo y edad, encuentra su plasmación en una conceptualización real y simbólica del espacio doméstico, en áreas de actividad que tienden a considerarse exclusivas por parte de sus agentes sociales (sexuales), y que crean un sentimiento de exclusión y derecho a la no intromisión por parte de los demás agentes sociales. El conservadurismo, como segunda característica, se refiere a una actitud del conjunto de la sociedad que busca la no ruptura de los equilibrios sociales alcanzados, frente a las influencias externas y sus consecuencias. En este sentido se desarrollan normas precisas sobre lo que se considera tolerable o intolerable en las prácticas sociales, desde la perspectiva de conservación de la identidad.

Al margen de los comportamientos sociales y de las reglas o normas sociales, en la alfarería – desde el punto de vista técnico – se produce un cambio. El paso de una alfarería doméstica, de mujeres, en donde la producción se hace a mano o “a torneta”, con cocciones por contacto, a una alfarería artesanal con la incorporación del torno, lleva consigo una serie de consecuencias. Los cambios en los requerimientos de las materias primas, arcillas más plásticas o mejores sistemas de decantación, cambios en el sistema y formas de modelado y cocciones más controladas a través del sistema de convección, es decir, cambios técnicos en todos los pasos del proceso alfarero y, por tanto, en la actividad artesanal en su conjunto.

Arqueólogos y etnólogos franceses y suizos se han ocupado de las producciones alfareras de algunas zonas de la cuenca del río Níger: el Norte de Camerún, estudiada por M. Delneuf (1991), o el delta interior del río Níger (Mali), de la que se ocupa una misión suiza, dirigida por A. Gallay (1992). Aunque buena parte de la investigación se centra en la relación entre producción alfarera y étnia, lo que se basa más en aspectos técnicos que formales, las generalidades que más interesan resaltar aquí es el carácter doméstico de la producción, señalándose en todos los casos la imposibilidad de identificar el área de taller, sino fuera por la presencia de determinados útiles relacionados con la actividad alfarera, en la que no está presente el torno rápido de alfarero o la torneta. Tampoco suelen poder identificarse los lugares de cocción, ya que cambian la colocación de las “horneras” y su huella es imperceptible al poco tiempo de su abandono, cuestiones de especial trascendencia para el registro arqueológico, que sólo puede ocuparse de los hechos materiales (observables) (Gallay, 1992).

Por otro lado, desde el punto de vista social, está absolutamente generalizada la relación entre alfarería y mujeres, ocupándose éstas, a veces, de todo el proceso completo. En el caso del delta del Níger “La alfarería es una actividad especializada femenina propia de ciertas castas” (Gallay, 1992), o del Norte de Camerún, Delneuf (1991) en sus estudios señala que: “La alfarería es principalmente una actividad femenina, de estación y doméstica. (...) La alfarería es hecha en taller doméstico, donde una alfarera trabaja sola o ayudada de sus hijas o de las vecinas a las que ella forma” (Delneuf, 1991), siendo una actividad que se realiza durante todo el año, aunque la cocción sólo se realiza en la estación seca. En la actualidad esta actividad no sólo constituye una forma de autoabastecimiento de recipientes y objetos cerámicos para la unidad doméstica, sino que se ha convertido en una forma de obtener algunas “rentas” por parte de las mujeres. “Por las rentas no despreciables que ella le procura, la cerámica ocupa un lugar importante en la independencia socio-económica de las mujeres, que la practican asiduamente” (Delneuf, 1991:66). Este hecho también constatado en el delta del Níger lleva a Gallay a decir: “...se puede hablar de una especialización tecno-económica” (Gallay, 1992). Esto lleva a plantearnos el concepto de especialización en una actividad doméstica, como parte de la interpretación funcional (no observable), aplicable a un contexto arqueológico desde la regla etnoarqueológica. Siguiendo a V.Roux, la definición de especialización artesanal mínima podría ser: “la especialización técnica es la producción exclusiva por un sub-grupo de individuos de objetos consumidos por la comunidad aldeana o regional” (cit. en Gallay, 1992). Sin embargo, otras variables, como la dedicación más o menos exclusiva y la generación de “rentas” económicas, son

requisitos que intervienen en la consideración de una actividad artesanal mínimamente especializada, lo que no siempre es tenido en cuenta en la aplicación de estos criterios para describir la complejidad social.

#### 12.1.4. La alfarería tradicional en Mesoamérica

Para acercarnos a la alfarería que se realiza en esta zona, hemos utilizado el trabajo de A. Castegnaro (1992) sobre la alfarería tradicional de Nicaragua.

Hasta los comienzos del siglo XX, la alfarería mesoamericana se caracterizaba por el uso de formas y tecnologías prehispánicas. Esta actividad era un trabajo complementario a la agricultura, con una producción basada en unidades domésticas y ejercida por mujeres, con una distribución del producto en mercados locales y regionales.

A lo largo de este siglo esta forma de producción ha cambiado, y, aunque persisten rasgos prehispánicos (la tecnología sigue siendo la misma), hay un cambio en la producción ya que se produce una acaparación de las materias primas (arcilla y leña), que cada vez son más escasas. El aumento del control de la producción por parte de los intermediarios, que son los que proporcionan las materias primas y controlan el mercado, hace que el acceso a la comercialización directa esté muy restringido.



FIG. 12.1.4.1. Taller artesanal y producción doméstica de la alfarería actual en Nicaragua (Fotos: P. Aguayo)

La producción alfarera sigue basándose en unidades familiares pero con uso de trabajo asalariado y con la pérdida del dominio sobre todo el ciclo de la producción. Este trabajo en la actualidad no es un trabajo complementario de la agricultura, ya que ninguna de las familias alfareras tiene tierra, lo que confirma a esta actividad como alternativa de las familias campesinas sin tierra.

La alfarería doméstica mesoamericana tiene como característica común, la de ser un trabajo netamente femenino, tanto es así, que por ejemplo en Nicaragua, a los pocos hombres alfareros, aparte de enfrentarse al menosprecio público, se les consideraba “cochones”, es decir, homosexuales (Castegnaro, 1992). Por contraste el grupo masculino que trabaja con el barro es el de los tejeros y los ladrilleros, que a nivel social y simbólico gozan de una relativa ventaja con respecto a las alfareras.

La estructura social de este grupo es el linaje, con familia matrifocal, en la que la mujer es la jefa de la familia. El trabajo de la mujer alfarera representa la entrada económica principal – este es un fenómeno común entre otros grupos de alfareras en Centroamérica –.

La actividad alfarera es una tradición familiar que se transmite por el lado femenino, señalándose una fuerte endogamia entre las familias alfareras. Las alfareras se casan con hombres cuya madre es alfarera, estando relacionados, la mayoría de ellos, de alguna manera, con el barro (carretero, tejero, etc.). Es un trabajo que no está bien considerado, la gente se refiere a las alfareras como las “comebarro”, este término remite a la equivalencia simbólica arcilla–excremento–alimento crudo, común en América (Levi–Strauss, 1985); ellas, incluso, consideran su trabajo “sucio” y “muy cochino”.



FIG. 12.1.4.2. Producción alfarera doméstica actual en Nicaragua. Secado y acabado de las piezas antes de la cocción (Fotos: P. Aguayo)

La unidad de producción es la misma vivienda (Fig. 12.1.4.1.), se trabaja, sobre todo, en verano, ya que la época de mayor actividad alfarera está determinada por los factores climáticos favorables, y aunque no llueva, los vendavales siempre son una amenaza para la alfarera, ya que las cocciones se realizan al aire libre (Fig. 12.1.4.3.).

En la actualidad muchas vasijas utilitarias se han perdido, y aunque se sigan realizando algunas tradicionales, como los comales (Fig. 12.1.4.2.), se han introducido en la producción piezas de adorno como macetas, floreros, casas, iglesias, ángeles, muñecas, etc., que se realizan en talleres artesanales en los que trabajan hombres, y en los que las cocciones se realizan en hornos bicamerales (Fig. 12.1.4.3.).

Esta situación es extensible a amplias zonas de América tropical, resaltándose siempre la dualidad entre la alfarería doméstica, una actividad ancestral en manos de las mujeres y en el ámbito familiar y la actividad artesanal o incluso industrial (centros alfareros como los de Guamá en Cuba, con producciones de las vasijas a molde están destinadas en exclusiva al turismo), que aunque cuenten con la presencia de mujeres, éstas sólo están presentes en algunos momentos del proceso alfarero – modelado, decoración –, encontrándose el resto del proceso en manos de un sistema comercial, de corte capitalista, en general, representado por hombres, en el que la sobreproducción se lleva a cabo en talleres destinados a necesidades y usos comerciales y turísticos (Fig. 12.1.4.1.).

Este panorama de la alfarería actual poco tiene que ver con la situación de etapas pasadas, pero es interesante reflexionar sobre estos procesos y sus consecuencias, sin tratar de generalizar los resultados de la adopción o rechazo de nuevas tecnologías, convirtiéndolas en categorías universales con incidencia en aspectos sociales (Coll, 1994).

Como ya hemos hecho referencia anteriormente, la alfarería desde siempre se ha considerado algo mágico. La práctica alfarera en toda América se refleja como un combate entre las fuerzas de arriba (aire, fuego) y las de abajo (agua, tierra), lo que explica que se encuentre rodeada de una compleja mitología, con normas precisas, prescripciones y prohibiciones rigen todo el proceso alfarero desde la recogida de la arcilla hasta la cocción (Levi-Strauss, 1994).

Influencia de la luna en la arcilla es reconocida a nivel de mesoamérica y en América del sur, lo cual implica la norma de no extraer arcilla con la luna nueva, porque los tiestos reventarían con la cocción, llegando, incluso a pensarse en su influencia estando aún sin cocer. Relación estrecha agua/luna, hasta que hay agua en la vasija es posible su influencia.

Otro aspecto a tener en cuenta en el trabajo del barro es la división entre las categorías de frío-caliente. Cada uno de los pasos del proceso alfarero entraría dentro de una u otra categoría. Así, la preparación del barro es una actividad fría, lo que lleva a que muchas alfareras sufran reumatismo. El bruñido y la cocción son actividades calientes, también es caliente lo que calienta la sangre de la persona: menstruaciones, embarazos, etc., por lo que tradicionalmente se aconsejaba no trabajar durante estos periodos.

Por lo que se refiere a la cocción, es común en Mesoamérica la costumbre de encender una vela y rezar antes de la quema para el buen éxito de la misma. Esta misma costumbre sigue vigente en nuestro país, como recoge en su trabajo Sempere (1992). Por su parte, Ramón (1994) en su estudio sobre la alfarería en el norte de Marruecos, recoge las impresiones de una alfarera sobre este momento final. Ella consideraba que “el trabajo de la alfarería lo hacían entre los dos”, ella modelaba los cacharros y el fuego los cocía. “...Y si el fuego no se metía en como hacía su trabajo, tampoco ella podía pedirle al fuego como debía hacer el suyo”, añadiendo, “el fuego es hombre y nadie sabe como va a reaccionar”. Como podemos observar, incluso en distintos continentes, el fuego representa algo mágico que hay que dejar que actúe sólo y lo único que se puede hacer es encomendarse al ser superior para el buen éxito del resultado final.



FIG. 12.1.4.3. Cocciones alfareras en Nicaragua. Hoguera doméstica (foto A. Castegnaro) y horno de taller artesanal (Fotos: P. Aguayo)

### 12.1.5. La alfarería tradicional en otras zonas del mundo

Sería pretencioso, por nuestra parte, y fuera de lugar, tratar de recoger aquí la totalidad de las manifestaciones de la alfarería doméstica en el mundo, estudiada por la etnología y la etnoarqueología, con ejemplos tan interesantes como los trabajos de C. Kramer (1982), D. E. Arno (1985), C. M. Sinopoli (1991) o W. A. Longacre (1992). Entre los abundantes estudios de autores anglosajones, están los recogidos por el “review” realizado por C. Kramer (1985) y que puede servir para sintetizar la situación general en el mundo, en la actualidad, para aquellos aspectos que nos interesan.

La variabilidad sobre la captación de la materia prima arcillosa y los añadidos, como desgrasantes, es muy amplia. Aunque en estos niveles de alfarería tradicional predomina el autoabastecimiento de materia prima en las inmediaciones de los lugares de producción, – siendo excepcional la adquisición de la materia prima a larga distancia, aunque haya lugares donde la arcilla, como la producción alfarera para su distribución, ha de ser transportada en barco o por medios mecánicos a largas distancias –. La producción alfarera continua siendo una actividad estacional, de estación seca, o

complementaria de otras actividades, agricultura, ganadería o trabajo doméstico, aunque la tendencia a una actividad a tiempo total va aumentando, como el caso de los alfareros de Kamalapuram, en el estado de Karnataka en el sur de la India (Sinopoli, 1991), a pesar de una creciente sustitución de la cerámica por vasijas de otros materiales, metal o plásticos. La no estacionalidad de la producción alfarera va acompañada de un aumento de la especialización y, por tanto, de una dependencia de las rentas económicas obtenidas por la comercialización de la producción, bien sea para las mujeres, viudas o casadas, o bien para toda la unidad familiar, que participa de alguna manera en el proceso productivo o en la distribución.

La localización espacial de la actividad alfarera esta ligada al espacio doméstico o casa, sin que pueda hablarse de auténticos talleres, pudiendo observarse la alfarería a través de útiles o mecanismos directa (rotativos, hoyos de rueda o tinajas para agua) o indirectamente (plataformas, bancos, nichos, habitaciones de almacenaje de arcilla o vasijas) relacionados con la actividad. La observación de este tipo de indicadores ha sido el centro de atención de muchos de los etnoarqueólogos por las implicaciones que tienen con el registro arqueológico. Incluso se señala que la organización del espacio doméstico puede indicar la escala y contexto de la producción, pudiéndose distinguir áreas industriales de artesanos usadas primero para otros propósitos o talleres alfareros convertidos en casas no alfareras. La existencia de manzanas de alfareros o áreas completas en la trama urbana va siempre unidas a la existencia de especialización del oficio, como en el caso de mataderos, tenerías, etc.

Un aspecto muy importante para evaluar el nivel técnico alcanzado por la alfarería es el que se refiere a la cocción. La cocciones tradicionales continúan realizándose en hogueras, lo que determina la falta de control de las condiciones de cocción alcanzándose temperaturas inferiores, lo que se suele solucionar con la adopción de los hornos. Sin embargo, la coexistencia de ambas formas de cocción, hogueras, con o sin foso, y los hornos continúan siendo comunes, expresando la continuidad de un sistema o la adopción de la nueva tecnología el nivel de dedicación y estatus del oficio. A pesar de los avances del oficio, la cocción es siempre un momento especial del proceso de producción, que tiene mucho de mágico, y que determina el fracaso o éxito de todo el proceso, teniendo un papel muy destacado la intensidad y dirección del viento dominante y su influencia en el efecto del humo. Aunque sea poco frecuente, C. Kramer señala la existencia de especialistas en la cocción, distintos de los que modelan las vasijas, que en el medio rural y en contextos no capitalistas de México, realizan la cocción en medios muy diferentes a los de su manufacturación. Estas formas de cocción tienen un reflejo variable en las huellas que dejan en el terreno, pero siempre, y por lo que se refiere a las formas más domésticas de cocción, es una huella muy poco perceptible, consistentes en decoloraciones del terreno, concentraciones de cenizas, normalmente asociados a dispersiones de tiestos fragmentados. Zanjas, hoyos y, sobre todo, estructuras de hornos, frecuentes en los registros arqueológicos, expresan el tamaño y continuidad de las cocciones.

En cuanto a la implicación de los sexos en la producción, se recoge un panorama a escala mundial, – siempre hablando de la actualidad y de la alfarería tradicional –, que muestra como en el hemisferio occidental, África, sudeste de Asia y Pacífico Sur, hay un predominio de la mujer, frente a un control masculino en el Mediterráneo y Egeo, el Este medio, Sur de Asia y Japón y una implicación compartida por hombres y mujeres en algunas partes de África y el Medio Este o América Latina. Junto a este panorama por sexos, es interesante recoger, por sus implicaciones para una aproximación social a la producción alfarera desde la arqueología, la relación entre el patrón de residencia de las alfareras o alfareros y la transmisión de la habilidad del oficio en el seno de la familia de origen o de adscripción, por las reglas de casamiento. Los trabajos entre los Hopi-Tewa de Arizona, con una alfarería femenina y transmisión en el grupo de parentesco del oficio y en Kalinga, Filipinas, con una regla de residencia mayoritaria postmarital en el seno del grupo de parentesco de la esposa, que permite una mayor libertad para la producción e innovación individual de la alfarera, ilustran las

implicaciones de las reglas sociales en la variabilidad del registro material de los estilos y tecnología alfarera.

En resumen, y como Rice (1987) señala, son cuatro los niveles en la producción alfarera:

1– Producción doméstica: está en manos de mujeres y se caracteriza por una tecnología simple, orientada hacia la autosuficiencia.

2– Industria doméstica: esta producción se realiza de manera más continua, en la que se requiere una pequeña inversión en equipamiento, está también en manos de mujeres.

Este tipo de industria representa el inicio de la comercialización cerámica, esta producción está orientada, sobre todo, al mercado turístico. Este tipo de producción se da en áreas con agricultura pobre, con lo que la alfarería supone una fuente de ingresos suplementarios de las mujeres.

3– Trabajo industrial individual: esta producción está en manos de hombres, en la que se produce una inversión en hornos, tornos, etc.

4– Trabajo nucleado: representa una “agrupación industrial compleja”, practicada por hombres, con una inversión en tecnología extensiva. La producción alfarera que solía ser estacional, por la mayor competencia del mercado, hace que sea una actividad que se realiza durante todo el año, con una producción estandarizada y de alta calidad.

## **12.2. La producción alfarera según la Arqueología**

### **11.2.1. La Arqueología y la tecnología alfarera**

La Arqueología se ha ocupado de manera exclusiva de los aspectos formales de la producción cerámica como soporte de las clasificaciones tipológicas y de sus implicaciones culturales con el uso de los tipos como “fósiles guía”. Sin embargo, es frecuente que las clasificaciones tipológicas incluyan algunos aspectos relacionados con la tecnología de fabricación, en especial la fabricación a torno o a mano y producciones especiales como el torno lento o la torneta, siempre deducidos a partir de algunos aspectos formales observables en los restos cerámicos. Los acabados o tratamientos de las superficies de las vasijas, incluyendo de forma muy destacada las técnicas y motivos decorativos, por su supuesta capacidad de valor diagnóstico a la hora de la clasificación cultural, aunque sea dentro del concepto de cultura arqueológica (Childe) o, las referencias a la atmósfera de cocción, oxidante y reductora, aspectos relacionados con la tecnología, pero en estas clasificaciones tomadas como variantes de la formas. La arqueometría cerámica significó la preocupación por la tecnología alfarera como tal y la introducción de estudios centrados en las materias primas, arcillas y desgrasantes añadidos o heredados, o sistemas de cocción, en general deducidos a partir de las temperaturas de cocción, aspecto que ha centrado buena parte de los trabajos dedicados a la tecnología cerámica y, cuando ello ha sido posible, la documentación y estudio de los hornos y sistemas de cocción.

La preocupación por la caracterización de la variabilidad de las materias primas empleadas, o el carácter local o no de las arcillas y los desgrasantes añadidos, han centrado las conclusiones de los estudios arqueométricos aplicados a la cerámica, existiendo un amplio acuerdo sobre la ausencia de movilidad en el uso de materias primas, ya que, casi siempre, se han considerado arcillas locales las empleadas en pre y protohistoria (Picon y Le Miere, 1987, Echallier, 1987), cuando los estudios se han basado en análisis mineralógicos, petrológicos o químicos y no puramente formales.

La casi total ausencia de hornos “primitivos” documentados, lleva a inferir sobre la tecnología de cocción a través del estudio de la cerámica. La determinación de la temperatura de cocción y la atmósfera de la misma han permitido atribuir a una alfarería doméstica o artesanal las producciones, con el uso de distintos tipos de “hornos” para cada caso;

siendo frecuente la documentación de hornos con estructura cuando existe una producción artesanal ligada a talleres, lo que no se documenta en la Península hasta el Ier milenio a. C.

### **12.2.2. La estructura de la producción alfarera**

El estudio de la tecnología puede ayudar a situar a la producción cerámica en su contexto social (Orton, 1997). Habría que plantear el peso de la “industria” cerámica en la economía: el grado de inversión requerido, si es a tiempo parcial, con división del trabajo entre las distintas tareas. Los paralelos etnográficos pueden ayudar a ver los posibles modos de producción alternativos entre los polos de una producción doméstica, para uso personal y la fabricación industrial a gran escala (Peacock, 1982).

Sin embargo, en la arqueología peninsular, es poco frecuente encontrar trabajos arqueográficos o arqueométricos que, sobre todo, para la Prehistoria y la Protohistoria, que se ocupen de la estructura sociotécnica de la producción alfarera. Según García Heras (1994), la producción de las cerámicas manufacturadas a torno, a diferencia de las producidas a mano, supone un modo de producción altamente especializado y estandarizado, que hay que relacionar con la existencia de talleres industriales, en donde todo el proceso de producción está controlado desde el principio, desde la selección de las materias primas, las formas que se realizarán, así como la cocción final. Este tipo de producción requeriría un artesanado organizado, en la cadena de producción alfarera, lo que significaría un lugar determinado para la realización de todo el proceso de producción: preparación de arcillas, localización del torno alfarero para la manufacturación de las vasijas, cocción en hornos bicamerales, almacenamiento, etc., a diferencia de la producción doméstica que sería un tipo de trabajo a tiempo parcial y estacional, y como ya señalamos, sin un lugar fijo para la cocción, que se realizaría, por tanto, en el sitio que más conviniese.

La aparición en el sur de la Península de producciones a torno, a escala apreciable, en el seno de las sociedades indígenas durante el Ier milenio a. C., ha llevado a A. Ruiz (1992) a afirmar “...ahora, los nuevos factores documentados apuntan a un modelo diferente de la sociedad, de una parte porque las nuevas técnicas del torno y los hornos de altas temperaturas ya no son factibles para ser desarrollados en el seno de cada unidad familiar, y de otra, porque los nuevos sistemas de casas compartimentadas implican una compleja división social en el mismo seno familiar, adecuada a un sistema económico diferente”.

### **12.2.3. La cerámica como intercambio**

El estudio de los intercambios en la pre y protohistoria es más problemático que en otras etapas en las que la existencia de una más amplia documentación sobre la organización política, sobre las formas de la producción, las relaciones de la comunidad y el dominio territorial, facilita la identificación de las causas, mecanismos y procesos de intercambio, con lo que sólo podemos recurrir a análisis estrictamente arqueológicos.

Los materiales arqueológicos considerados de prestigio, han sido tratados a lo largo de la investigación arqueológica como productos de intercambio, consecuencia de la influencia difusionista que ha venido prevaleciendo en las explicaciones arqueológicas.

El intercambio es un paso intermedio entre la producción de elementos y su consumo, y la complejidad del mismo dependerá de las condiciones socioeconómicas de las sociedades implicadas.

### 12.2.3.1. La producción doméstica y el intercambio

La distribución de los productos cerámicos obedece a una doble casualidad: a su disposición como contenedor de productos que viajan y a su propia naturaleza como productos intercambiables. Por ello, la presencia de cerámica puede indicar la existencia de intercambios de otros productos y personas (Orton et alii, 1997).

El fenómeno Campaniforme fue uno de los más importantes objetos de discusión, al identificar estilo cerámico y pueblo, sobre el valor de un tipo de cerámica, los mecanismos de transmisión y las funciones socioeconómicas (Carrilero, 1991). Una vez superadas las explicaciones invasionistas, basadas en las orientaciones tipologistas tradicionales, se ha vuelto la vista a los contextos arqueológicos donde aparecen estas cerámicas y el conjunto de objetos a ella asociados, basándose más en las secuencias regionales, considerándose al campaniforme como un aspecto más de los grupos autóctonos, que como un fenómeno paneuropeo. Su extrema variabilidad y su desigual reparto, aún en una escala espacial reducida, lleva a plantearse este problema desde otra óptica.

La consideración de la cerámica campaniforme como un producto puramente doméstico, realizado por las mujeres, fue cuestionado por Clarke (1976), insistiendo en la necesidad de tener en cuenta las redes de distribución y sus precedentes, y basándose en modelos etnográficos plantea que las diferencias de calidad en las cerámicas de uso doméstico y las funerarias en determinadas zonas como Inglaterra, hablaría a favor de una “red campaniforme”, a través de la que se intercambiarían mujeres, tejidos y otras materias primas y productos elaborados.

Así mismo Clarke (1976) resaltó de las cerámicas campaniformes la calidad por la depuración de las pastas, señalando que eran elementos de rango y prestigio, por tratarse de productos costosos en horas invertidos e intercambios a larga distancia, por lo que sus valores utilitarios y funcionales eran secundarios. En este sentido, M. Carrilero (1991) señala el hecho de que el campaniforme no se utilice para cocinar, no tiene porque significar que es un objeto de prestigio.

El modelo de A. Gallay (1979) seguía de cerca las ideas aportadas por Clarke, según las cuales, el campaniforme es considerado un complejo funcional difundido por comercio e intercambio entre comunidades.

La introducción del factor biológico lleva a dar una explicación de estas redes en términos de aislamiento o comunicación entre las comunidades, siendo razones de tipo socioculturales las determinantes, en lugar de las ecológicas para la Europa templada y en un corto espacio de tiempo.

La cuestión suscitada por el campaniforme para aspectos socioculturales ha perdido importancia en nuestros días como un problema sustantivo, desviándose la atención del origen y mecanismos de distribución a la significación que la cerámica campaniforme tiene en los procesos económicos y sociales de las culturas calcolíticas europeas (Martínez, 1989).

En el caso de la cerámica de Cogotas I, Castro, Micó y Sanahuja (1995) señalan por lo que se refiere a las producciones alfareras de este grupo, que su presencia en contextos de otras regiones y su asociación a otros tipos de conjuntos de artefactos y estructurales, indica que este estilo decorativo no puede valorarse de manera estricta como fósil director unívoco. Señalando que su amplia distribución podría radicar en la movilidad de quienes manufacturaron esas cerámicas. Un estilo decorativo como el de Cogotas I supone una socialización de los modelos de referencia en el aprendizaje de los modos de manufacturación cerámica. Incorporar los modelos a otras tradiciones de producción

alfarera resulta dificultoso sin una imposición social, lo cual no parece ser el caso en la región del Sudeste, en donde aparecen cerámicas del estilo de Cogotas I en los ajuares domésticos de la etapa postargárica del Sudeste, donde los patrones alfareros eran otros. La introducción de la decoración de Cogotas I sólo pudo haberse efectuado mediante la participación en su fabricación de quienes interiorizaron las maneras de realizar cerámicas del grupo de Cogotas I. Por lo que sugieren que la presencia efectiva de quienes manufacturaron la cerámica de estilo Cogotas I es resultado de mecanismos regulados de movilidad social interregional (artesanado ambulante, exogamia), ya que no parece posible justificar de manera general su presencia a partir de productos acabados. Así se decoran con este estilo cerámicas específicas de los grupos locales ajenos a Cogotas I, como ocurre en el Sudeste, donde las necesidades sociales de la utilización de la cerámica son otras.

En Arqueología, a la hora de dar explicación a la presencia de algunos tipos cerámicos fuera de su área de influencia, la mayoría de las veces, se ha recurrido a explicaciones “duras” (Fernández-Posse, 1998), como ha ocurrido con la distribución de algunos tipos de cerámicas en la Península Ibérica, como los de Cogotas I. Este fenómeno ha sido calificado por muchos investigadores como de expansión cultural. Sin embargo, otras explicaciones, como las de Delibes y Romero (1993) señalan que las proyecciones de elementos culturales, como es el caso de la cerámica de Cogotas I, son el resultado de unas relaciones exteriores duraderas, pero no de trasvases de población o migraciones. La mayoría de las explicaciones de la difusión de Cogotas I, como afirma Fernández-Posse, se basan en gentes que al moverse de una manera u otra, dejan las cerámicas a lo largo de sus recorridos, o en la circulación de las propias vasijas. Fernández-Posse señala a este respecto, que otro factor que se olvida es la posibilidad de que estas decoraciones, típicas de Cogotas I, pudieran ser imitadas por algunos de los grupos con los que Cogotas I tuvo relaciones, directa o indirectamente.

“La argumentación donde las vasijas decoradas son las protagonistas es la más nueva y atractiva, se construye con mecanismos sociales y las cerámicas se consideran bienes de prestigio. Como tales, son objeto de intercambio comercial o regalo”. Esta explicación llevada a sus últimas consecuencias propone que el producto del intercambio no sean las cerámicas, sino las mujeres. Es decir, que sea este sector de la población, depositario de la tradición alfarera, el que se desplace y transmita técnicas y motivos decorativos. En esta sugerencia queda implícita la existencia de una élite, siendo el papel de esas mujeres de novias de alto estatus, como han señalado tanto Ruiz-Gálvez (1998), como Delibes (1995).

#### **12.2.3.2. La producción artesanal y el intercambio**

En el caso de que la producción cerámica a torno sea local y no un elemento de intercambio, como tal o como contenedor, contamos con un elemento más para pensar en unas relaciones no tan desiguales como las propuestas hasta ahora, en las que las comunidades indígenas comerciarán con mayor grado de igualdad con los colonos, manteniendo en todo momento, el dominio sobre el territorio y sus producciones. Esto implica relaciones de producción más complejas que las definidas para el mundo autóctono, en las que las relaciones entre la producción y la estratificación social podría permitir defender la existencia de clases sociales diferenciadas (artesanos especializados, agricultores, dirigentes, etc.)

### **12.3. Sobre el marco social de la producción alfarera en Ronda la Vieja**

Intentar una aproximación al marco social de la producción alfarera en el asentamiento de Ronda la Vieja puede parecer – es – un atrevimiento por nuestra parte, dado lo escaso y fragmentario del registro arqueológico sobre el particular y las limitaciones inherentes a ese registro para abordar cuestiones sociales, pero no queremos renunciar a

intentarlo con ánimo de dejar claras nuestras intenciones de no reducir la arqueometría cerámica a un mero estudio tecnológico.

Por lo que se refiere a la etapa más antigua (Prehistoria), los datos materiales observables del registro arqueológico sobre una producción cerámica local se relacionan con algunas evidencias, como la existencia de “probinas” y otros objetos realizados con arcilla local (bolas, cilindros) (Fig. 12.3.1.), luego cocidos intencional o accidentalmente, que muestran un manejo de la arcilla para probar su plasticidad u otros fines que se nos escapan. También pueden considerarse como evidencias de alfarería local, la documentación de útiles relacionados con la fase del modelado de las vasijas cerámicas, más en concreto para el tratamiento de las superficies y la decoración de las mismas: varillas de hueso de variadas formas y tamaños (Fig. 12.3.2.), discos de hueso o guijarros y cantos rodados, con característicos desgastes en sus superficies, con paralelos arqueológicos y observaciones experimentales por nuestra parte, son signos que ponen de relieve esta actividad en el ámbito doméstico, según la contextualización arqueológica registrada en el proceso de excavación del yacimiento. A este respecto, son reveladoras las observaciones de la etnoarqueología, señalando que los útiles relacionados con la alfarería siempre aparecen asociados a dicha actividad, no documentándose estos útiles en lugares donde no se realizaran estas prácticas.

Naturalmente, la mejor información sobre una alfarería local, desde las etapas más antiguas, son las pruebas aportadas por los análisis llevados a cabo con las arcillas, recogidos en los capítulos precedentes. Estos análisis muestran una mayor heterogeneidad en el uso de materias primas, siempre locales, que permiten deducir un comportamiento más aleatorio en la captación de las arcillas, como correspondería a una producción más diversificada, en el marco de una alfarería familiar y en el espacio doméstico. Se utilizan mayoritariamente arcillas calcáreas miocenas, aunque recogidas en diferentes lugares, tanto arcillas de posición primaria, como secundaria, dada la presencia o ausencia, concentración y estado de conservación de la microfauna presente en las mismas. Así mismo, de forma testimonial, se documentan arcillas marinas miocenas con lamelibranquios. También, en escasa cantidad, entre las muestras cerámicas puede diferenciarse algunas que podrían corresponder a arcillas no calcáreas, como las cuaternarias, presentes en la Depresión. Esta variedad en la selección de materias primas coincide con cerámicas fabricadas a mano, correspondientes a las etapas más antiguas de ocupación del asentamiento.

Es interesante resaltar aquí la relación de la actividad alfarera, – como producción doméstica –, con otras actividades de elaboración de útiles, como el caso de la piedra pulimentada (reutilización de los desechos de piqueteado como desgrasantes), actividad considerada como propia de las unidades domésticas que fabrican y controlan sus propios medios de producción.

Desde el punto de vista formal de los productos alfareros puede señalarse una mayor diversidad de los tipos de vasijas, de sus tratamientos y decoraciones a lo largo de la Prehistoria, lo que nos vuelve a remitir a una diversificación de la producción, aunque el mantenimiento y la evolución, a lo largo de toda la secuencia, de ciertos tipos cerámicos nos ha llevado a considerar que, formalmente, la tipología cerámica realizada a mano de Ronda la Vieja responde a una tradición local, con la aportación puntual, en distintas épocas de algunas formas y decoraciones cerámicas. A partir de este hecho podemos considerar que la transmisión del oficio de alfarera -el uso del femenino es intencionado haciéndonos eco de la regla etnográfica- sería autóctono, en el seno de la unidad familiar, que desconocemos, y que de forma recurrente aparecen formas y decoraciones que no parecen basadas en las tradiciones locales, es muy tentador justificar esta observación en la existencia de un cierto componente exogámico, pero si se nos permite, podemos hacer esta valoración sólo como una hipótesis a verificar, en el momento actual de nuestros conocimientos.

Durante la Protohistoria, con la introducción del torno, aún manteniendo una producción doméstica paralela, a la que serían aplicables las observaciones e interpretaciones expuestas más arriba, podemos observar una serie de cambios en el comportamiento alfarero. Aparecen ahora útiles como los prismas macizos (Fig. 12.3.3.), que no tienen precedentes en el asentamiento, pero que han sido documentados en otros yacimientos arqueológicos coetáneos en el interior de hornos de cocción, como los de Pinos Puente, Granada (Mendoza et alii, 1981; Contreras et alii, 1983) o en el taller alfarero del Cerro del Villar (Málaga), en la desembocadura del río Guadalhorce (Barcelo et alii, 1995) o en contextos no directamente relacionados con la cocción de cerámica, pero interpretados como evidencia de fabricación local de cerámica a torno, caso de Montilla (Cádiz), en la desembocadura del río Guadiaro (Schubart, 1988) o en la aldea protohistórica de Huertas de Peñarrubia, Málaga (García Alfonso, 1999).

De nuevo, la mejor prueba de una alfarería a torno local, son los análisis de las arcillas empleadas, sin duda locales, pero que ahora muestran una homogeneidad casi absoluta en los distintos vasos analizados, con una composición mineralógica y la presencia masiva de microfauna fósil como foraminíferos, espículas de esponja y radiolas de erizo. Esta homogeneidad composicional es fruto de la captación de la arcilla en una cantera permanente y revela un comportamiento diferente al de la producción a mano, con el establecimiento de un lugar predeterminado para la obtención de las arcillas más aptas para una producción alfarera estandarizada. El lugar más probable de la captación de las arcillas, por las características de ésta, se ubica en una zona donde es patente esta extracción, al encontrarse en el terreno un amplio socavón del que no podemos asegurar su origen en la antigüedad, sobre todo por conservar el topónimo actual de El Tejar, que indicaría la continuidad de las extracciones de la materia prima para la producción alfarera hasta época reciente, a pesar de la lejanía del lugar del pueblo más próximo. En el cercano asentamiento de la Silla del Moro, superpuesto a estas mismas arcillas (RA-005), es posible observar otro socavón para la extracción de arcilla, del que no hay constancia de su uso reciente.



FIG. 12.3.1. Probeta y bolas de arcilla cocida prehistóricas de Ronda la Vieja

La estandarización de la producción es patente en la variedad de formas y tamaños de las vasijas, que se reducen a una monótona producción de ánforas, pithoi, platos, “urnas” y otras formas menos frecuentes en este asentamiento. Junto a este repertorio, sin antecedentes locales, ahora se fabrican a torno, formas documentadas a mano: soportes, fuentes, etc., también con la misma arcilla y cocidas en hornos de alta temperatura, como todo el repertorio a torno. El tratamiento de las vasijas y el ambiente de la cocción resultan bastante normalizados, así como las técnicas y motivos decorativos, con una producción en su mayoría oxidante y menor cantidad de ejemplares de cocción reductora, casi siempre platos y fuentes, soportes y alguna forma especial. La decoración se reduce a motivos pintados monocromos o policromos, que cubren parte de la superficie exterior e interior de las vasijas o con motivos geométricos simples en el exterior de los vasos con formas cerradas.

Estamos ante una producción alfarera especializada – por la tecnología empleada y la normalización o estandarización de los resultados – que sólo es posible a partir de una actividad artesanal, realizada desde un taller y separado de la esfera doméstica. A pesar de no haber encontrado el espacio concreto destinado a la producción artesanal cerámica, el cambio en la producción es patente, lo que debe corresponder a un cambio en la propia sociedad, que aún manteniendo una producción doméstica de autoconsumo, demanda y organiza la producción, de forma centralizada y con tecnología más sofisticada, de contenedores, ánforas y pithoi, entre otras formas, que por regla etnográfica pudiera conllevar la incorporación del sexo masculino a la producción alfarera artesanal y el control de la distribución de esta producción por parte del artesanado, con dedicación parcial o total, o por parte de algún segmento social redistribuidor.



FIG. 12.3.2. Útiles de huesos para la decoración cerámica y reconstrucción experimental de uso

Estas nuevas formas cerámicas surgen por diferentes necesidades sociales en las que es necesario el almacenaje y transporte de productos excedentarios, procedentes de la intensificación agrícola, destinados a mercados más o menos lejanos.



FIG. 12.3.3. Prismas de cerámica para hornos alfareros

## Capítulo 13. CONCLUSIONES

Hemos agrupado las conclusiones de esta Tesis en varios apartados que recogen los aspectos generales sobre los que han girado los trabajos analíticos y sus implicaciones tecno-sociales en el comportamiento alfarero de la comunidad humana asentada en Ronda la Vieja (Málaga).

### SOBRE LA PROCEDENCIA DE LA MATERIA PRIMA EMPLEADA EN LA ALFARERIA

1.– La arcilla empleada en la alfarería de Ronda la Vieja, tanto para producciones a mano, como a torno, resulta ser local para la inmensa mayoría de los Ic analizados. Sólo hay algunos ejemplares cerámicos que resultan diferentes en constitución mineralógica, tanto en la descripción óptica (lupa binocular y microscopio) y la mineralogía determinada por Difracción de Rayos X, como en el análisis químico de elementos minoritarios mediante ICP Masas. Para esa inmensa mayoría de Ic –individuos cerámicos – realizados con arcilla local se emplearon depósitos en posición primaria o secundaria de arcillas marinas miocenas, de edad geológica Messiniense superior–Tortonense inferior, que subyacen a la formación de calizas de algas sobre las que se asentó el poblado pre y protohistórico de Ronda la Vieja.

La captación de estas arcillas miocenas se realizó de dos formas: o en depósitos secundarios alterados por la acción de la erosión superficial y el arroyamiento, o en depósitos primarios en forma de cantera. La presencia o ausencia, la frecuencia, y el estado de conservación de la microfauna fósil y de los restos de espículas y radiolas de erizos han sido el índice que ha permitido determinar la forma de captación de la materia prima. La producción a mano muestra una variabilidad en el sistema de captación, utilizándose depósitos primarios y secundarios, mientras que las producciones a torno muestran una captación a partir de depósitos primarios o de cantera exclusivamente.

2.– Los desgrasantes añadidos están constituidos por dos grupos; la mayoría son arenas de cuarzo, con granos redondeados muy pequeños, procedentes de la alteración de las areniscas y biocalcarenitas intercaladas en forma de bancos en las arcillas y margas miocenas empleadas como materia prima arcillosa. Un segundo grupo muy reducido de desgrasantes – seis ejemplares de la muestra estudiada – presenta fragmentos de rocas machacadas añadidas intencionalmente. El estudio petrológico de estos fragmentos sobre lámina delgada mediante microscopio petrográfico muestra dos contextos geológicos diferentes: ofitas triásicas o jurásicas, y micaesquistos alpujárrides del Bético interno occidental. Todos los ejemplares con estos desgrasantes añadidos, pertenecen a vasijas realizadas a mano, de todas las etapas cronológicas estudiadas y con formas cerámicas variadas: fuentes, ollas o vasijas de almacenamiento. La proximidad geográfica de los contextos geológicos referidos y su explotación como materias primas para útiles de piedras duras, no silíceas y pulimentadas, nos lleva a concluir que estos restos de rocas añadidos son los desechos de los procesos de conformación, mediante piqueteado, de los cantos rodados utilizados como soportes de esa industria pulimentada, ya que ambos procesos de fabricación de medios de producción y consumo se realizan en el mismo ámbito doméstico.

## **SOBRE LA TECNOLOGIA DE PRODUCCION ALFARERA. TEMPERATURAS Y SISTEMAS DE COCCION**

1.– Las temperaturas de cocción determinadas en las muestras cerámicas arqueológicas mediante Difracción de Rayos X, ATD, área específica, densidad aparente y dilatometría, han proporcionado rangos entre 800 y 1000°C. Estos rangos se han determinado con bastante precisión, al utilizarse de manera combinada un conjunto variado y complementario de métodos analíticos, y por la comparación con producciones experimentales realizadas en el campo y en el laboratorio. La cocción experimental al aire libre permitió conocer que las cerámicas arqueológicas fabricadas a mano fueron cocidas a temperaturas superiores a los 720°C, temperatura máxima alcanzada en la cocción experimental, ya que las arqueológicas muestran en algunos casos fases incipientes de alta temperatura (Diópsido, Wollastonita o Gehlenita), que no aparecían en las experimentales. Lo mismo se puede deducir de la ausencia casi total de dolomita en las cerámicas arqueológicas, que, sin embargo, está presente en las arcillas crudas y en las cerámicas experimentales.

2.– Las temperaturas de cocción y la atmósfera de la misma nos ha permitido concluir de manera indirecta – ya que no se ha documentado ninguna estructura de cocción de manera directa, como es habitual – que para las producciones a mano se utilizaban hogueras junto con algún tipo de estructuras, fosas o parapetos, que mejoraban su funcionamiento, como lo prueban las temperaturas alcanzadas, siempre superiores a las de la cocción experimental. La producción a torno muestra una gran homogeneidad y altas temperaturas, lo que permite concluir que se utilizaban estructuras de cocción más complejas, posiblemente hornos bicamerales con tiro regulado, ya que son mayoritarias las cocciones oxidantes y se conseguía una gran homogeneidad en las cocciones reductoras. Elementos, como los prismas macizos cerámicos empleados para la fijación de las vasijas durante su cocción en el interior de hornos bicamerales, documentados en talleres artesanales alfareros del Cerro de los Infantes o Cerro del Villar, que se han encontrado en los niveles sincrónicos de la secuencia habitacional de Ronda la Vieja, refuerzan la idea de la existencia de un taller local artesanal de fabricación de cerámicas a torno.

3.– La producción alfarera local queda atestiguada a lo largo de toda la vida prehistórica y protohistórica del asentamiento, ya que en todas las épocas se han encontrado pruebas directas de la actividad tecnológica alfarera. Así, por ejemplo, se han documentado “probinas” de cerámica y, también, útiles ligados a la producción alfarera doméstica o artesanal, tales como los útiles líticos relacionados con el tratamiento de las superficies de las vasijas o con la decoración de las mismas, éstos últimos realizados en hueso, con paralelos arqueológicos, etnográficos y experimentales.

## **SOBRE EL MARCO SOCIAL DE LA PRODUCCION ALFARERA**

1.– La producción alfarera a mano tiene un marco social doméstico, como lo demuestra su bajo nivel tecnológico, puesto de manifiesto por : a) una gran variabilidad y dispersión en la captación de la materias primas empleadas – siempre locales –, b) la poca homogeneidad de las temperaturas de cocción debido el empleo de horneras, c) la distribución doméstica de los útiles relacionados con la producción y, finalmente, d) la relación de la producción alfarera con otras actividades de elaboración de útiles de transformación – como la industria lítica pulimentada, que proporciona desgrasantes de desechos de rocas –. La producción destinada al autoconsumo por unidades domésticas, con poca estandarización de la producción en cuanto a tratamientos y decoraciones, permitiría, por analogía etnográfica, apuntar una conclusión acerca del carácter femenino de la producción doméstica alfarera, que se deduce de la presencia de diferentes tradiciones decorativas y formales ligadas a la actividad de las mujeres, y de su procedencia exogámica.

2.– La producción alfarera a torno significa la separación de la misma del ámbito doméstico, con la aparición de un taller artesanal especializado, en el que hay una producción de formas estandarizadas – de origen fenicio o indígena – y tratamientos de superficies y decoraciones normalizados. La homogeneidad de las arcillas y desgrasantes empleados indica una captación de arcillas locales de cantera, y una cocción en hornos de alta temperatura no localizados. La aparición de una producción artesanal indica un cambio de la sociedad en la que se produce, a la vez que en la misma actividad alfarera. Este cambio implica un control de parte de esa producción alfarera por artesanos a tiempo total o parcial – probablemente masculinos, por analogía etnográfica – con una producción tanto para consumo doméstico, como centralizado. Este último concebido para el almacenamiento y distribución de productos de consumo (ánforas y pithoi) que conviven con una producción doméstica –hecha siempre a mano – de autoconsumo, con formas de cocina muy utilitarias.



## Capítulo 14. BIBLIOGRAFÍA

A.A. V.V. (1990): Tecnología de la cocción cerámica desde la antigüedad a nuestros días. Ponencias del Seminario celebrado en el Museo de la Alfarería en Agost (Alicante).

A.A. V.V. (1990): Fours de potiers et “testares” médiévaux en Méditerranée occidentale. Publicaciones de la Casa Velazquez, Série Archéologie, XIII: 169-208.

A.A. V.V. (1994): Forum Cerámico, 2. Asociación de Ceramología.

A.A. V.V. (1999): Excavaciones arqueológicas en La Mesa (Chiclana de la Frontera, Cádiz). Campaña de 1998. Aproximación al estudio del proceso histórico de su ocupación. Serie Monográfica. Arqueología en Chiclana de la Frontera nº 1. Excmo. Ayuntamiento de Chiclana (Cádiz).

ADRIANO, D. C.(1986): Trace elements in the terrestrial environment. Springer-Verlag, Berlín, 533p.

AGUAYO, P.; CARRILERO, M.; FLORES, C. y TORRE, M. P. de la (1986): “El yacimiento pre y protohistórico de Acinipo (Ronda, Málaga): un ejemplo de cabañas del Bronce Final y su evolución”. Arqueología Espacial, 9: 33–58.

AGUAYO, P.; CARRILERO, M.; MARTINEZ, G.; AFONSO, J. A.; GARRIDO, O. y PADIAL, B.(1989): “Excavaciones Arqueológicas en el yacimiento de Ronda la Vieja (Acinipo). Campaña de 1988”. Anuario Arqueológico de Andalucía 88/II :309–314.

AGUAYO, P.; CASTILLA, J. y PADIAL, B.(1990): “Excavaciones de urgencia en el casco antiguo de Ronda. Calle Armiñán, 39, 41, 43 y Aurora, 16”. Anuario Arqueológico de Andalucía 86/ III :339–342.

AGUAYO, P.; CAPEL, J.; GARRIDO, O. y PADIAL, B.(1992): “Identificación de áreas fuente de arcilla para la fabricación de cerámicas arqueológicas”. XXXII Congreso Nacional de Cerámica y Vidrio. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, Vol. 31, nº 4:171–176.

AGUAYO, P.; CARRILERO, M.; CABELLO, N.; GARRIDO, O.; MORALES, R.; MORENO, F.; PADIAL, B. y SEMINARIO PERMANENTE MANDRAGORA DE RONDA (1993): La Prehistoria reciente en la Depresión natural de Ronda, 1985–1991. Investigaciones Arqueológicas en Andalucía 1985–1992. Huelva:341–352.

AGUAYO, P.; BARAHONA, E.; CAPEL, J.; GARRIDO, O. y PADLAL, B.(1993): “Efectos de la evolución del lapiaz sobre yacimientos situados en calizas. El caso del Cerro de las Motillas”. Procesos postdeposicionales. Arqueología Espacial 15–17:105–118.

AGUAYO, P.; GARRIDO, O. y PADIAL, B. (1995): “Una ruta terrestre alternativa al paso del estrecho en época orientalizante. Constatación arqueológica”. II Congreso internacional: El Estrecho de Gibraltar. (Ceuta, 1990). Madrid: 85–98.

AGUAYO, P.; BARAHONA, E.; GARRIDO, O. y PADIAL, B. (1998): “Estudio preliminar de los depósitos de arcilla utilizados para la elaboración de cerámicas arqueológicas en la Depresión Natural de Ronda”. En Los Recursos Abióticos en la Prehistoria. Caracterización, aprovisionamiento e intercambio. J. Bernabeu, T. Orozco y X. Terradas (eds.). Col·lecció Oberta. Sèrie–Història, 2:173–188. Universitat de Valencia.

AGUAYO, P. y MORENO, F. (1998): “El complejo arqueológico de Malaver–Lagarín y su significado en el suministro de rocas silíceas en el mediodía peninsular”. En Los Recursos Abióticos en la Prehistoria. Caracterización, aprovisionamiento e intercambio. J. Bernabeu, T. Orozco y X. Terradas (eds.). Col·lecció Oberta. Sèrie–Història, 2:111–125. Universitat de Valencia.

AGUIRRE, L.; MORATA, D.; PUGA, E.; BARONNET, A. y BEIERSDORFER, R. E. (1995): “Chemistry and crystal characteristics of pumpellyite in a metadolerite from the Archidona region, subbetic cordillera, Spain”. Geological Society of America. Special Paper, 296: 171–181.

ADAN–BAYEWITZ, D. y PERLMAN, I. (1985): “Local pottery provenience studies: a role for clay analysis”. *Archaeometry*, 27: 203–217.

ALIAGA, S.; GARCIA, M. T.; MARTINEZ, S.; MATEU, G. y MOLERA, J. (1991): “Tècniques experimentals per a l'estudi de la cèramica”. *Revista de Arqueologia*, 1:45–54.

ANDERSON, A. (1984): *Interpreting pottery*. Batsford. London.

ANDRES, A. M. DE; GARCIA–RAMOS, G.; RAIGON, M. y SANCHEZ, P. (1990): “Propiedades cerámicas de arcillas procedentes de Guadix (Granada)”. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 29 : 37–40.

ANDRES, A. M. DE; MUÑOZ, I.; GARCIA–RAMOS, G. y VARGAS, M. (1992): “Estudio arqueométrico de cerámicas romanas de época imperial procedentes de Salobreña (Granada)”. XXXII Congreso Nacional de Cerámica y Vidrio. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 31, n° 4:165–170.

ANDRES, A. M. DE; MUÑOZ, I.; GARCIA–RAMOS, G. y VARGAS, M. (1993): “Caracterización de cerámicas romanas de Salobreña (Granada) II: Época Imperial (s. II–III d C.)”. *Boletín de la Sociedad de Cerámica y Vidrio*, 32 (1):45–47.

ANDRES, A. M. DE; MUÑOZ, I.; GARCIA–RAMOS, G. y PALACIOS, J. M. (1994): “Aplicación del estudio mineralógico a los hallazgos arqueológicos de la necrópolis romana de Carmona (Sevilla)”. En J. F. Jordá Pardo (ed.) *Geoarqueología. Actas de la 2a Reunión Nacional de Geoarqueología*. (Madrid 1992): 421–428.

ANTON, G.; VILA, R.; VITORIA, J. y FERNÁNDEZ–ALONSO, J. I.(1972): “Contribución al estudio y clasificación de cerámicas ibéricas valencianas”. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 11 (1): 47–55

- ANTON, G. (1973): Análisis por difracción de rayos X de cerámicas ibéricas valencianas. Servicio de Investigación Prehistórica, 45, Valencia.
- ARNAL, G. B. (1984): "La poterie néolithique et la technologie. Datation–caractérisation des céramiques anciennes, Bourdeaux–Talence, 1981". PACT, 10, éditions du CNRS, Paris: 43–52.
- ARNAL, G. B. (1986): "La céramologie préhistorique expérimental". Archéologie Experimentale, cahier n° 2. Archeodrome: 5–36.
- ARNAL, G. B.; ANDRIEUX, P. H.; EVIN, J. y GABASIO, M. (1987): "Experimentation de la cuisson ceramiques neolithiques". Archeologie Experimentale, cahier n° 2. Archeodrome:39–49.
- ARNAL, G. B. (1991): "Etude thermique des cuissons de type prehistorique". Archeologie Aujourd'hui. Actes du Colloque International "Experimentation en archeologie: bilan et perspectives". (Beaune 1988), Tomo 1: 237–242.
- ARNOLD, D. E. (1985): *Ceramics theory and cultural process*. Cambridge University Press, Cambridge.
- ARANEGUI, C. y ANTON, G. ( 1973): "Análisis por difracción de rayos x de cerámicas ibéricas. Cerámicas grises". XII Congreso Nacional de Arqueología. Zaragoza: 513–518.
- ARMENDARIZ, A.; PALET, A. y VILLATE, E. (1989): "Análisis del contenido de una vasija cerámica prehistórica de la cueva de Armonitze (Atam, Guipúzcoa)". *Munibe*, 41: 87–91.
- ARRIBAS, J. G., CALDERON, T. y RUFETE. P.(1987): "Estudio mineralógico comparativo de restos arqueológicos indígenas e importados de Tejada la Vieja (Escacena) y Huelva". *Huelva Arqueológica*, 9:243–257.
- ARRIBAS, J. G.; MILLAN, A.; BENITEZ, P. y CALDERON, T. (1988–89): "Datación absoluta por termoluminiscencia y análisis mineralógico comparativo de materiales arqueológicos procedentes del yacimiento cueva de La Vaquera (Segovia)". *Zephyrus*, 41–42:161–169.
- ARRIBAS, J. G.; MILLAN, A.; BENITEZ, P. y CALDERON, T. (1991): "Caracterización mineralógica de cerámicas del yacimiento arqueológico de San Antonio (Vallecas, Madrid)". *Arqueología, Paleontología y Etnografía*, 2:175–184.
- BARAHONA, E. (1974): *Arcillas de ladrillería de la provincia de Granada: evaluación de algunos ensayos de materias primas*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, 49.
- BARCELO, J. A.; DELGADO, A.; FERNANDEZ, A. y PARRAGA, M. (1995): "El área de producción alfarera del Cerro del Villar (Guadalhorce, Málaga)". *Rivista di Studi Fenici*. XXIII, 2:147–182.
- BARRIOS, J.; NAVAS, J. J.; LÓPEZ–PALOMO, L. A. y MONTEALEGRE, L. (1991): "Características estructurales y mineralógicas de cerámicas campaniformes procedentes de Monturque (Córdoba)". *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 30:187–193.

- BARRIOS, J.; LÓPEZ-PALOMO, L. A.; MONTEALEGRE, L. y NAVAS, J. J. (1991): "Materiales cerámicos de la Campiña de Córdoba y su posible uso en la fabricación de vasos campaniformes". XXXI Congreso Nacional de Cerámica y Vidrio. Madrid:87-88.
- BARRIOS, J.; LÓPEZ-PALOMO, L. A. y MONTEALEGRE, L. (1994): "Caracterización mineralógica y petroestructural de cerámicas protohistóricas". Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, 33, 1: 33-40.
- BÉARAT, H. (1990): Etude de quelques altérations physico-chimiques des céramiques archéologiques. Tesis doctoral, Universidad de Caen.
- BELÉN, M.; ANGLADA, R.; ESCACENA, J. L.; JIMENEZ, R.; LINEROS, R. y RODRIGUEZ, I. (1998): Arqueología en Carmona (Sevilla). Excavaciones en la Casa-palacio del Marqués de Saltillo. Colección Arqueología. Serie Monográfica. Investigación I. Consejería de Cultura. Junta de Andalucía. Sevilla.
- BENNETT, W. J. et alii (1989): "The provenience postulate: thoughts on the use of physical and chemical data in the study of ceramic materials". J. A. Blakeley y W. J. Bennet (eds): Analysis and publication of ceramics. B.A.R. Int. Ser: 551: 31-44.
- BISHOP, R. L. et alii (1982): "Ceramics compositional analysis in archaeological perspective". M. B. Schiffer (ed.) Advances in archaeological method and theory, 5: 275-330.
- BISHOP, R. L. y NEFF, H. (1987): "Compositional data analysis in archaeology". En R.O. Allen (Eds). Archaeological Chemistry, IV: 57-86.
- BJORN, A. (1969): Exploring fire and clay. Hart and Sons, Publishers, Copenhagen.
- BOCH, P. y LEJEUNE, M. (1984): "Le feu et l'argile: physico-chimie des céramiques. Datation-caractérisation des céramiques anciennes". Bourdeaux-Talence, 1981. PACT, 10, éditions du CNRS:223-236.
- BORDET, P. (1992): "L'étude de la céramique au laboratoire". Document et travaux". IGAL, Cergy, 16:5-12.
- BORDET, P. y COURTOIS, L. (1967): "Etudes géologiques des céramiques anciennes: les matériaux". C. R. Acad. Sc. Paris, T. 265:1581-1583.
- BOÛARD DE, M. (1984): "La céramique, document d'histoire". Datation-caractérisation des céramiques anciennes, Bourdeaux-Talence, 1981. PACT, 10, éditions du CNRS:27-31.
- BOURGOIS, J. (1978): La transversale de Ronda. (Cordillères béticas, Espagne). Paris.
- BOURGOIS, J. et CHAUVE, P. (1971): "Nouvelles données stratigraphiques et tectoniques sur les sierras du Lagarin et du Malaver (province de Cadiz et de Málaga, Espagne meridionale)". Bull. Soc. Geol. de France, 7, XIII, n° 3-4:321-327.

- BRINDLEY, G. W. y BROWN, G.(1981): Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification. Mineralogical Society, 5. London.
- BRONCANO, S. y COLL, J. (1988): “El horno de cerámica ibérico de la Casa Grande, Alcalá de Júcar (Albacete)”. *Noticiario Arqueológico Hispánico*, 30: 188–228.
- BRONITSKY, G. (1986): “The use of materials science techniques in the study of pottery construction and use”. M. B. Schiffer (ed.) *Advances in archaeological method and theory*, 9:209–276.
- BUKO, A. (1984): Problems and research prospects in the determination of the provenance of pottery. *World Archaeology*, 15:348–365.
- BUTZER, K W.(1989): *Arqueología. Una ecología del hombre: método y teoría para un enfoque contextual*. Bellaterra, Barcelona.
- BUXEDA, J.; CAU, M.A.; GURT, J. M.; PLANAS, C. y TUSET, F. (1988): Bases prèvies de treball i interpretació arqueològica de les anàlisis mineralògiques i físico–químiques de les cèramiques antigues. *Actes Científiques de la Mediterrània, Col·lecció Actes de la Generalitat de Catalunya*: 141–146.
- BUXEDA, J.; CAU, M. A.; SACRISTA, A. y TUSET, F. (1991): “Appréciation macroscopique et détermination de fabriques”. *Actes du XIII Congrès de la S.F.E.C.A.G., Cognac*: 425–430.
- BUXEDA, J. y CAU, M. A. (1995): “Identificación y significado de la calcita secundaria en cerámicas arqueológicas”. *Complutum*, 6:293–309.
- BUXEDA, J. y GURT, J.M.(1995): “Problemas para el establecimiento del grupo de referencia del taller de Abella: Perturbaciones en el patrón”. *Actas I Congreso de Arqueología Peninsular*, vol. VI. *Trabalhos de Antropologia e Etnologia*, vol. XXXV (Fasc. 2):471–481.
- BUXEDA, J.; CAU, M. A. y GRACIA, F. (1999): Caracterización arqueométrica de la cerámica ática del palacio–santuario Cancho Roano (Zalamea de la Serena, Badajoz). *Trabajos de Prehistoria*, 56, nº1:157–168.
- CABRAL, J. M. P.:“Arqueometría”. *Coloquio/Ciencias. Revista de Cultura Científica*, año 3, nº 7:58–78.
- CANO, F. y JEREZ, L.(1991): Mapa geológico de España E: 1: 50.000, Hoja nº 1036 (Olvera). Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid.
- CAPEL, J. (1976): Aplicación de métodos analíticos al estudio de sedimentos y cerámicas arqueológicas en los yacimientos del Cerro de la Encina, Monachil y Cuesta del Negro, Purullena, Granada. Tesis de Licenciatura. Universidad de Granada. Inedita.
- CAPEL, J. (1985): Estudio mineralógico y geoquímico de sedimentos y cerámicas arqueológicas de algunos yacimientos de la Mancha. Colección Tesis Doctorales, 494, Universidad de Granada.

- CAPEL, J. y DELGADO, R. (1978): "Aplicación de métodos ópticos al estudio de cerámicas arqueológicas". Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada, 3:343–356.
- CAPEL, J.; LINARES, J. y HUERTAS, F. (1979): "Métodos analíticos aplicados a cerámicas de la Edad del Bronce". Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada, 4:345–351.
- CAPEL, J.; NAVARRETE, M. S.; HUERTAS, F. y 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, 7:73–111.
- CAPEL, J.; NAVARRETE, M. S.; HUERTAS, F. y LINARES, J. (1983): "Aplicación de métodos analíticos al estudio de cerámicas a la almagra". XVI Congreso Nacional de Arqueología. (Murcia, 1982). Zaragoza: 95–104.
- CAPEL, J.; LINARES, J.; HUERTAS, F. y NAVARRETE, M. S. (1984): "Cerámicas con decoración a la almagra: identificación y caracterización de los términos almagra, aguada y engobe. Proceso decorativo". Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada, 9:97–114.
- CAPEL, J.; LINARES, J.; NAVARRETE, M. S. y HUERTAS, F. (1984): "Contribución de la geoquímica al estudio de la investigación prehistórica". Homenaje a Luis Siret (1934–1984). Cuevas de Almanzora. Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía:119–129.
- CAPEL, J.; HUERTAS, F. y LINARES, J. (1985): "High temperature reactions and use of Bronze Age pottery from La Mancha, Central Spain". A. Pozzuoli (ed.), Clays and Clay Minerals. Mineralogica et Petrographica Acta, 29–A:563–575.
- CAPEL, J. (1986): "Estudio mineralógico y geoquímico de sedimentos y cerámicas arqueológicas de algunos yacimientos de la Mancha". Oretum II. Junta de Comunidades de Castilla–La Mancha. Consejería de Educación y Cultura. Museo de Ciudad Real:55–153.
- CAPEL, J.; LINARES, J.; NAVARRETE, M.S. y HUERTAS, F. (1986): "Contribución de la geoquímica al estudio de la investigación prehistórica". Homenaje a Luis Siret. Siret (1934–1984). Cuevas de Almanzora. Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, Sevilla: 119–129.
- CAPEL, J.; LINARES, J.; HUERTAS, F. y MUÑOZ, J. P. (1986): "La Sima de los Intentos: estudio óptico y mineralógico". Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada, 11: 65–71.
- CAPEL, J.; YAÑEZ, J.; HUERTAS, F. y LINARES, J. (1986): "Elementos traza en cerámicas de la edad del bronce". Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía, 9:185–192.
- CAPEL, J.; LINARES, J.; HUERTAS, F. (1992): "Tecnología cerámica: origen y proceso de manufacturación. Estudio analítico". En M. S. Navarrete, J. Carrasco y J. Gámiz: La Cueva del Coquino (Loja, Granada):191–216.

CAPEL, J.; DELGADO, R.; PARRAGA, J. y GUARDIOLA, J. L. (1995): "Identificación de técnicas de manufactura y funcionalidad de vasijas cerámicas en estudios de lámina delgada". *Complutum*, 6:311–318.

CAPEL, J.; LINARES, J.; HUERTAS, F.; NAJERA, T. y MOLINA, F. (1996): "Influence of the medium of deposit in the alteration of ceramics materials. Proceedings of the Spanish-Italian". M. Ortega, A. López y I. Palomo (eds.), Granada. *Advances in Clay Minerals*, 281-283.

CARRASCO, J.; PASTOR, M. y PACHON, J. A. (1981): "Cerro de la Mora, Moraleda de Zafayona. Resultados preliminares de la segunda campaña de excavaciones, 1981. El corte 4". *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada*, 6: 307–354.

CARRILERO, M. (1991): *El fenómeno campaniforme en el sudeste de la Península Ibérica*. Tesis doctoral de la Universidad de Granada (inérita).

CARRILERO, M. (1992): "El proceso de transformación de las sociedades indígenas de la periferia tartésica, en la colonización fenicia en el sur de la Península Ibérica". 100 años de investigación. (Almería, 1990). Instituto de Estudios Almerienses. Facultad de Humanidades de Almería:117–142.

CARRILERO, M.; GARRIDO, O.; NIETO, B. y PADIAL, B. (1995): "La villa romana de Las Viñas (Cuevas del Becerro, Málaga) y el poblamiento rural romano en la Depresión de Ronda". *Florentia Iliberritana*, 6: 89–108.

CASSANO, S.M.; EYGUN, G.; GARIDEL, Y. y MUNTONI, I. (1995): "Pottery making in southern Italy neolithic: an experimental study". En M. Vendrell-Sanz, T. Pradell, J. Molera y M. García (eds): *Studies on Ancient Ceramics. Proceedings of the European Meeting on Ancient Ceramics* (Barcelona, 1993), Barcelona: 11–16.

CASTRO, P. V.; MICO, R. y SANAHUJA, M.E. (1995): "Genealogía y cronología de la "Cultura de Cogotas I". (El estilo cerámico y el grupo de Cogotas I en su contexto arqueológico)". *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología*, LXI:51–118.

CAU, M. A. (1997): *Cerámica tardorromana de cocina de las Islas Baleares*. Tesis doctoral.

CHAVAL, L. y LAUBENHEIMER, F. (1994): "La céramique, document technique, économique, culturel". *Recontres internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. Éditions APDCA: 99–129.

CLARKE, D. (1976): "The Beaker net work-social and economic models". En J. N. Lating y J. D. Van der Whals (comps.). *Glochenbechersymposion*, (Oberried, 1974), 459-477.

COLL, J. (1987): "El horno ibérico de Alcalá de Júcar, Albacete". *Revista de Arqueología*, 80:16–24.

COLL, J.; MARTI, J. y PASCUAL, J. (1988): *Cerámica y cambio cultural. El tránsito de la Valencia islámica a la cristiana*. Dirección General de Bellas Artes y Archivos. Ministerio de Cultura, Valencia, 108 p.

COLL, J. (1988): "Ceràmica i canvi cultural a la València medieval. L'impacte de la conquesta". *Afers*, 7:125–133.

- CONTRERAS, F. (1984): "Clasificación y tipología en Arqueología. El camino hacia la cuantificación". Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada, 9:327-385.
- CONTRERAS, F.; CARRION, F. y JABALOY, E. (1983): "Un horno alfarero protohistórico en el Cerro de los Infantes (Pinos Puente, Granada)". XVI Congreso Nacional de Arqueología, XVI, Zaragoza:533-538.
- CONTRERAS, F.; CAPEL, J.; ESQUIVEL, J. A.; MOLINA, F. y DE LA TORRE, F.(1987-88): "Los ajueres 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, nº 12-13: 135-155.
- COOLEY, W. W. y LOHNES, P. R. (1971): Multivariate data analysis. Jhon Wiley and sons.
- CORTES, L. L. (1954): "La alfarería en Pereruela (Zamora)". Zephyrus, V: 141-163.
- CORTES, L. L. (1958): "Alfarería femenina en Moveros (Zamora)". Zephyrus, IX: 95-107.
- COSTANTIN, C. y COURTOIS, L. (1985): "Le matériau céramique comme caractéristique culturelle. Le exemple du dégraisant pendant le Neolitique dans le Bassin Parisien". Documents et Travaux. IGAL, Cergy, 9:19-26.
- CUOMO DI CAPRIO, N. (1985): La ceramica in archeologia. Antiche tecniche di lavorazione e moderni metodi d'indagine. "L'Erma" di Bretschneider-Roma.
- COURTOIS, L. (1980): "Etudes des techniques anciennes et recherche sur l'alteration des ceramiques. 105eme Congres National des Societes Savantes. (Caen 1980), Sciences, fasc. V: 123-133.
- COURTOIS, L. (1981): "Etude des céramiques anciennes et "géoarcheologie"". 106ème Congrès National des Societes Savantes. (Perpignan 1981), Sciences, fasc. IV: 11-23.
- DE BRUIN, M. et alii (1976): "The use of the trace elements concentrations in the identifications of objets". Archaeometry, 18 : 75-83.
- DELANNOY, J.J.(1987): Reconocimiento biofísico de espacios naturales de Andalucía. Serranía de Grazalema escala 1:30.000, Sierra de las Nieves escala 1:40.000. Junta de Andalucía, Agencia de Medio Ambiente y Casa Velazquez. Madrid.
- DELIBES, G. (1995): "¿La dote de una princesa irlandesa?. A propósito de un torque áureo de la Edad del Bronce hallado en Castrojeriz (Burgos)". Homenaje al Profesor Martín González, Valladolid:51-61.
- DELNEUF, M. (1991): "Un champ particulier de l'experimentation en céramique: les ateliers de poterie traditionnelle du Nord-Cameroun". 25 Ans d'Etudes Technologiques en Préhistoire. XIe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes. Editions APDCA, Juan-les-Pins: 65-81.

- DUFOURNIER, D. (1976): "Recherches sur le signification et l'interprétation des résultats des analyses chimiques des poteries anciennes (éléments majeurs et mineurs)". Centre de Recherches Archéologiques. Notes Monographies Techniques, 9:1-64.
- DUMAS, G. (1972): "Phosphate content of ancient pots as indication of use". *Current Anthropology*, 13(1): 127-130.
- ECHALLIER, J. C. (1982): "La provenance des amphores massaliètes. Données nouvelles sur un problème d'histoire économique". *Documents d'Archéologie Méridionale*, 5:139-144.
- ECHALLIER, J. C. (1984): *Éléments de technologie céramique et d'analyse des terres cuites archéologiques*. Documents d'archéologie méridionale. Méthodes et techniques, 3; 1<sup>a</sup> de.; Association pour la Diffusion de l'Archéologie Méridionale; Lambesc.
- ECHALLIER, J. C. et MONTAGU, J. (1985): "Données quantitatives sur la préparation et la cuisson en four à bois de reconstitutions actuelles de poteries grecques et romaines". *Documents d'Archéologie Méridionale*, 8:141-145.
- ECHALLIER, J. C. (1987): "Étude des céramiques. a) Lames minces. En J. C. Miskovsky (ed.). *Géologie de la Préhistoire: Méthodes, Techniques, Applications*. De Géopré. Association pour l'Étude de l'Environnement Géologique de la Préhistoire, Paris, pp.871-881.
- ECHALLIER, J. C. (1991): "Rôle de la reconstitution expérimentale dans l'interprétation d'analyses microscopiques de céramiques anciennes". *Actes du colloque international: "Expérimentation en archéologie: bilan et perspectives"*. (Beaune 1988): 265-269.
- ECHALLIER, J. C. y MERY, S. (1991): "Évaluation du degré de céramiques de l'Âge du Bronze en Arabie, par comparaison avec des témoins de cuissons expérimentales". *Archéologie Aujourd'hui. Actes du colloque international: "Expérimentation en archéologie: bilan et perspectives"*. (Beaune 1988), Tomo 1: 250-257.
- ECHALLIER, J. C. y MERY, S. (1992): "L'évolution minéralogique et physicochimique des pâtes calcaires au cours de la cuisson: expérimentation en laboratoire et application archéologique". *"Document et travaux"*. IGAL, Cergy, 16: 87-118.
- EMILIANI, T. y VINCENZINI, P. (1974): "Transformazione indotta del trattamento termico in argille italiane destinate a produzioni industriali di materiali per l'edilizia", *La Cerámica*, 27:19-29.
- ESQUIVEL, J. A. (1988): *Una aplicación de la entropía al análisis cluster mediante variables cualitativas multiestado: afinidades, similaridad y agrupación*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. Inédita.
- ESQUIVEL, J. A. y CONTRERAS, F. (1984): "Una experiencia arqueológica en microordenadores. Análisis de componentes principales y clusterización: distancia euclidiana y de Mahalanobis". *Actas del XIV Congreso Nacional de Estadística, Investigación Operativa e Informática*, Granada, pp. 133-146.

ESQUIVEL, J. A.; CONTRERAS, F.; MOLINA, F. y 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*, 1:53-46.

FERNÁNDEZ, J. (1987): "Tejada la Vieja: una ciudad protohistórica". *Huelva Arqueológica*, IX. Vol. I y II. Excma. Diputación Provincial de Huelva

FOREST, J.D. (1992): "L'archéologie et l'ethnologie ou la nécessité de "mélanger les genres"". *Ethnoarchéologie: justification, problèmes, limites*. XII Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes. Éditions APDCA, Juan-les-Pins: 25-32.

FREESTONE, I. C. (1987): "Ceramic analysis". P. Mellar, (ed.): *Research priorities in archaeological science*. Council for British Archaeology:33-35.

GABASIO, M.; EVIN, J.; LEFEVRE, J. C. et ANDRIEUX, P. (1991): "Cuisson des vases ceramiques experimentaux pour une recherche sur la datation carbone 14 des tessons de poteries". *Actes du colloque international: "Expérimentation en archeologie: bilan et perspectives"*. (Beaune 1988):258-264.

GALLART, M. D. (1977): "Las cerámicas de Sagunto: introducción a una metodología del estudio de las cerámicas de Sagunto y su relación con la geología de la zona". *Saguntum*, 12:73-88.

GALLART, M. D. (1980): "La metodología de la cerámica neolítica Valenciana. Metodología y resultados del estudio ceramológico por medio de microscopía binocular, difracción de rayos x y microscopía electrónica". *Saguntum*, 16:57-91.

GALLART, M. D. (1980): "La tecnología cerámica". En Martí, B., Pascual, V., Gallart, M.D., López, P., Pérez, M., Acuña, J.D. y Robles, F.: *Cova de l'Or (Beniarrés, Alicante)*. Servicio de Investigación Prehistórica, 65:165-173. Valencia.

GALLART, M. D. y LÓPEZ, F. (1988): "Mineralogía de cerámicas de la Edad del Bronce de la Cuenca del Moro (Olvena, Huesca)", *Bolskan*, 5: 27-38.

GALLART, M. D. y LÓPEZ, F. (1988): "Análisis mineralógico de las cerámicas neolíticas de la Cueva de Chaves (Casbas, Huesca)", *Bolskan*, 5: 5-26.

GALLAY, A. (1979): "Le phénomène campaniforme: une nouvelle hypothèse historique". *Archives Suisses d'Antropologie Générale*, 43, 2:231-258.

GALLART, M. D. y MATA, P. (1995): "Prehistoric pottery from La Rioja (Spain): A textural and mineralogical analysis", *Estudios sobre cerámica antigua. Proc. of the European Meeting on Ancient Ceramics*: 61-63.

GALLAY, A. (1992): "A propos de la céramique actuelle du delta intérieur du Niger (Mali): approche ethnoarchéologique et règles transculturelles". *Ethnoarchéologie: justification, problèmes, limites*. XIIe Rencontres Internationales

d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes. Éditions APDCA, Juan-les-Pins, pp: 67-89.

GALLAY, A. (1992): "L'ethnoarchéologie en questions?". Ethnoarchéologie: justification, problèmes, limites. XIIe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes. Éditions APDCA, Juan-les-Pins: 447-452.

GALVAN, J.; ZAMORA, A. y TARDIO, T. (1973): "Estudio mineralógico de cerámica de la Edad de Bronce de la Cueva de La Vaquera (Segovia)". XII Congreso Nacional de Arqueología. Zaragoza: 241-250

GALVAN, J. (1980-81): "Aplicación de las técnicas de microscopía electrónica y difracción de rayos x al estudio de la cerámica de El Perchel, en Arcos del Jalón (Soria)". Cuadernos de Prehistoria y Arqueología, 7-8:161-168.

GALVAN, V. (1982): "Aplicaciones en el campo arqueológico. Difracción de Rayos X y Microscopía Electrónica". Revista Arqueología, 17: 60-63.

GALVAN, J. y GALVAN, V. (1987): "Estudio mineralógico de cerámicas procedentes de el LLanete de los Moros (Montoro, Córdoba)", en Martín de la Cruz, J. C., Excavaciones Arqueológicas en España, 151: 270- 278.

GALVAN, J. y GALVAN, V. (1988): Estudio mineralógico de muestras de cerámica y de arcilla procedentes de La Corona y el Castro de Corporales (León), en Fernández Posse, M. D. y Sánchez- Palencia, F. J. Excavaciones Arqueológicas en España, 141: 249-250.

GALVAN, V. (1991): "Estudio mineralógico de la cerámica grafitada". Arqueología, Paleontología y Etnografía, 2:1985-1986.

GALVAN, V.; FERNÁNDEZ-POSSE, M.D.; SÁNCHEZ-PALENCIA y GALVAN, J. (1993): "Tipos cerámicos y geoquímica: el Castrellín de San Juan de Paluezas (León)". Archivo Español de Arqueología, 66:248-257

GALVAN, V. (1995): "Almizaraque: correlación entre geoquímica y tipos cerámicos". Complutum, 6:319-327.

GARCÍA, E.; MARTÍNEZ, V. y MORGADO, A. (1995): El bajo Guadalteba (Málaga). Espacio y poblamiento. Una aproximación arqueológica a Teba y su entorno. Excmo. Ayuntamiento de Teba. Diputación Provincial de Málaga.

GARCÍA ALFONSO, E. (1999): "Huertas de Peñarrubia (Campillos, Málaga): un asentamiento del Bronce Final-Hierro Antiguo en el Valle del Guadalteba". Anuario Arqueológico de Andalucía (1994). Actividades de Urgencia III:362-374.

GARCÍA HERAS, M. y OLAETXEA, C. (1992): "Métodos de análisis para la caracterización de cerámicas arqueológicas. Estado actual de la investigación en España". Archivo Español de Arqueología, 65:263-289.

GARCÍA HERAS, M.(1992): "Arqueología y Ciencia. La caracterización de las cerámicas arqueológicas en España". Arqritica, 3: 3-6.

GARCÍA HERAS, M. (1994): "Viaje al interior de una cerámica. El valor de caracterización en el estudio de la cerámica arqueológica". *Revista de Arqueología*, 159:26–35.

GARCÍA HERAS, M. y OLAETXEA, C. (1992): "Métodos de análisis para la caracterización de cerámicas arqueológicas. Estado actual de la investigación en España". *Archivo Español de Arqueología*, 65: 263–289.

GARCÍA HERAS, M. (1993): "La alfarería del pasado. En busca de teorías y método para el estudio de la cerámica arqueológica". *Trabajos de Prehistoria*, 50: 293–297.

GARCÍA HERAS, M.(1993): "Deposiciones invisibles. Micro–procesos de calcitización postdeposicional en cerámicas celtibéricas". *Procesos Postdeposicionales. Arqueología Espacial*, 16–17:391–405.

GARCÍA HERAS, M. (1994): "Estudio arqueométrico de la cerámica de Izana (Soria) y de otros yacimientos celtibéricos del Alto Duero". *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 33:315–325.

GARCÍA HERAS, M. (1994): "El yacimiento celtibérico de Izana (Soria). Un modelo de producción cerámica". *Zephyrus*, XLVII:133–155.

GARCÍA HERAS, M. (1997): "Estudio bibliométrico de los trabajos de caracterización sobre materiales cerámicos arqueológicos en España: una valoración". *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 7:129-150.

GARCÍA HERAS, M. (1999): "La cerámica en la arqueología: seguimos en lista de espera. Recesión". *Trabajos de Prehistoria*, 56:175–180.

GARCÍA, G.; MESA, J.M.; RUIZ, M. T. y SANCHEZ, P. J. (1986): "Arcillas sericiticas de Garlitos (Badajoz): mineralogía y propiedades cerámicas". *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 9:175–183.

GARCÍA, G. (1989): "Estudio de los materiales cerámicos arqueológicos de Salobreña y su entorno y su relación con las arcillas de la región". *Ciclo de conferencias pronunciadas con motivo del V Centenario de la incorporación de Salobreña a la corona de Castilla (1489–1989)*:29–53.

GARIDEL, Y.(1985): *Experimentation practiques de technologies ceramiques. Document d'Archeologie Méridionale*, 8: 133–139.

GARRIDO, O. (1998): *Estudio geoarqueológico de la secuencia estratigráfica de Ronda la Vieja (Málaga). Procesos formativos y transformativos del yacimiento. Tesis doctoral.*

GARRIDO, O.; MORENO, F. y PADIAL, B. (1995): "Arqueologia Experimental: una forma de acercarse al pasado". *Revista de Arqueología*, 166:4–14.

GÓMEZ, P. (1997): "Historiografía de la metalúrgica en España". *Boletín de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología*, 37:139-150.

- GONZÁLEZ, A. y PIÑA J. A. (1983): "Análisis de las pastas cerámicas de vasos hechos a torno de la fase orientalizante de Peña Negra (675–550/35 a.C.)". *Lucentum*, 2:115–145.
- GONZÁLEZ, M. C.; GARCIA, G.; GONZALEZ, F. y PELLICER, M. (1983): "Cerro Macareno (Sevilla) pottery: the nature and provenance of amphoras and other earthenware post from VIII to III centuries B. C". en A. Aspinall, A y S. E. Warren, S.E., (eds): *Proceedings del 22nd Symposium on Archaeometry*; Universidad de Bradford, U.K., 1982: 388–403.
- GONZALEZ, M. C.; GARCIA, G. y GONZALEZ, F. (1985): "Productos de alfarería de Cerro Macareno (Sevilla). Naturaleza y procedencia de las ánforas y otros objetos cerámicos. s VIII–III a. C". *Noticiario Arqueológico Hispánico*, 21: 157–174.
- GONZALEZ, M. C.; GARCIA, G. y GONZALEZ, F. (1985): "Materias primas y datos tecnológicos de piezas cerámicas antiguas del yacimiento arqueológico de Cerro Macareno (Sevilla)". *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 24 (3):173–186 y 24 (4): 219–232.
- GONZALEZ, A. (1986): "Las importaciones y la presencia fenicia en la Sierra de Crevillente (Alicante)". *Aula Orientalis*, 4.
- GONZALEZ, M. C.; GONZALEZ, F.; GARCIA, G. y GONZALEZ, M. (1988): "Estudio arqueométrico de pigmentos de algunas cerámicas de Cerro Macareno (Sevilla)". *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 27 (2):73–80.
- GONZALEZ PEÑA, J. M. (1974): "Relación entre las características físicas del componente arcilloso y el comportamiento de las pastas cerámicas". *Estudios Geológicos*, 30: 399–406.
- GOULD, R. A. (1980): *Living Archaeology. New Studies in Archaeology*. Cambridge University Press. Cambridge.
- GRIM, R. E. (1962): *Applied clay mineralogy*. Mc. Graw-Hill Book Company, New York, Toronto, London.
- GUTIERREZ, S. (1996): *La Cora de Tudmir de la antigüedad tardía al mundo islámico. Poblamiento y cultura material*. Colección de la Casa de Velazquez, 57, Madrid-Alicante, 476p.
- HERNANDO, A. (1995): "La etnoarqueología hoy: una vía eficaz de aproximación al pasado". *Trabajos de Prehistoria*, 52, nº 2:15–30.
- HUERTAS, J.; HUERTAS, F. y LINARES, J. (1991): "Evaluación de las fases no cristalinas en cerámicas arqueológicas por DRX". *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 14:71–78.
- HUGHES, M.J. (ed.) (1981): *Scientific studies in ancient ceramics*. British Museum Occasional Paper, 19.
- JORNET, A. (1984): "Arqueometría: estudios sobre cerámica arqueológica". *Revista de Arqueología*, 35:18–27.

- JORNET, A. (1984): "La cerámica en la arqueometría". Boletín del Museo Arqueológico Nacional II: 77–84.
- KABATA, A. y PENDIAS, H. (1992): Trace elements in soils and plants. CRC Press, 365p.
- KEELING, P.S. (1966): "A practical method of assessing pottery clays". Transactions of the British Ceramic Society, 65:463-477.
- KINGERY, W.D. (1960): Ceramic fabrication processes. Technologie Press M.I.T. y John Wiley and sons. New York
- KRAMER, C. (1982): Village Ethnoarchaeology. Rural Iran in Archaeological perspective. Academic Press.
- KRAMER, C. (1985): "Ceramic ethnoarchaeology". Annual Review of Anthropology, 14:77-102.
- LEMOINE, C.; MEILLE, E.; POUPET, P.; BARRANDON, J. N. et BORDERIE, B. (1981): "Etude de quelques alterations de composition chimique des céramiques en milieu marin et terrestre". Revue d'Archéométrie, III:349–357.
- LEMOINE, C. y PICON, M. (1982): "La fixation du phosphore par les céramiques lors de leur enfouissement et ses incidences analytiques". Revue d'Archéométrie, 6:101–112.
- LEVI-STRAUSS, C. (1985): La alfarera celosa. Ed. Paidós Básica, 34. Barcelona. 213p.
- LICKA, M. (1991): "Resultats d'experiences relatives a la cuisson de la céramique préhistorique dans différents types de structures de cuisson et de fours: première étape". Archeologie Aujourd'hui. Actes du Colloque International "Experimentation en archeologie: bilan et perspectives". (Beaune 1988). Tomo 1:203–208.
- LINARES, J. y BARAHONA, E. (1979): "Estudio de la cerámica de Castulo por difracción de rayos X". En Castulo II. Excavaciones Arqueológicas en España, 105: 255–266.
- LINARES, J.; HUERTAS, F. y CAPEL, J. (1983): "La arcilla como material cerámico. Características y comportamiento". Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada., 8:479–490.
- LIZARAZU, A.(1987): "Alfarería popular de Lanzarote y Fuerteventura". Etnografía Española, 6:243–275.
- MAGGETI, M. (1995): "Méthode chimique contre méthode minéralogique pétrographique dans l'étude des céramiques anciennes". En M. Vendrell-Saz, T. Pradell, J. Molera y M. Garcia (eds.): Studies on Ancient Ceramics. Proceedings of the European Meeting on Ancient Ceramics (Barcelona, 1993): 235–245.
- MANIATIS, Y. (ed.), (1989): Archaeometry. Proceedings of the 25th International Symposium. Elsevier Science Publisher. Amsterdam.
- MANIATIS, Y.; SIMOPOULUOS, A. y KOSTIKAS, A. (1981): "Mössbauer Study of the Effect of Calcium Content on Iron Oxide Transformation in Fire Clays", Journal American Ceramic Society, 64:263-269.

MANIATIS, Y. SIMOPOULOUS, A. y KOSIKAS, A. (1983): "Effect of redducing atmosphere on minerals and iron oxides development in Fire Clays: The role of Ca", *Journal American Ceramic Society*, 66:773-781.

MANNONI, T. (1984): "Les propriétés générales des argiles". *Datation caractérisation des ceramiques anciennes*. Bourdeaux-Talance, avril, 1981. PACT, 10, Editions du CNRS:215-221.

MANNONI, T. (1984): "Analyses cristallographiques". *Datation-caractérisation des céramiques anciennes*. Bourdeaux-Talance, avril, 1981. PACT, 10, Editions du CNRS:238-246.

MANNONI, T. (1994): *Archeometria. Geoarcheologia dei manufatti*. Ed. ESCUM.

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA. Esc. 1:50.000 (1987): Cortes de la Frontera. Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Ministerio de Industria y Energía.

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA. Esc. 1:50.000 (1978): Marbella. Instituto Geológico y Minero de España (IGME), Ministerio de Industria y Energía.

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA. Esc. 1:50.000 (1990): Olvera. Instituto Tecnológico Geominero de España, Ministerio de Industria y Energía.

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA. Esc. 1:50.000 (1990): Ronda. Instituto Tecnológico Geominero de España, Ministerio de Industria y Energía.

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA. Esc. 1:50.000 (1990): Ubrique. Instituto Tecnológico Geominero de España, Ministerio de Industria y Energía.

MAPA GEOLÓGICO-MÍNERO DE ANDALUCÍA (1985). Consejería de Economía e Industria. Dirección General de Industria, Energía y Minas. Junta de Andalucía.

MAPAS DE SUELOS DE ANDALUCÍA (1988). Consejo Superior de Investigación y Ciencia y Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca, Instituto Andaluz de Reforma Agraria.

MARIN, F.; MONTILLA, D.; MORALES, D. y SIERRA, G. (1984): "Espacios naturales de la Serranía de Ronda". En Málaga. Editorial Anel, Medio ambiente, tomo IV:1325-1388.

MARTIN PATINO, M. T. (1985): "Caracterización química y mineralógica del alfar de Badajoz", en F. Valdés Fernández, F. (1985): 337-345.

MARTIN, D.; CAMALICH, M.D.; TEJEDOR, M. y RODRIGUEZ, A (1985): "Composición mineralógica y evaluación de las temperaturas de cocción de la cerámica de Campos (Cuevas del Almanzora, Almería). Estudio preliminar". *Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada*, 10:131-185.

- MARTIN, D.; CAMALICH, M.D.; TEJEDOR, M. y RODRIGUEZ, A (1989): "Mineralogical Composition and evaluation of firing temperatures of the Purchena pottery (Almeria, Spain)". Y. MANIATIS (ed.). *Archaeometry. Proceedings of the 25th International Symposium*, pp:149-157.
- MARTINEZ, M. I. (1989): *Una revisión crítica de la Prehistoria española: La Edad del Bronce como paradigma*. Editorial. Siglo XXI:511 p.
- MENDOZA, A.; MOLINA, F.; ARTEAGA, O. y AGUAYO, P. (1981): "El Cerro de los Infantes (Pinos Puente, Granada). Ein Beitrag sur Bronze und Eisenzeit in Oberandalusien". *Madrider Mitteilungen*, 22:171–210.
- MILLAN A.; ARRIBAS, J. C.; BENITEZ, P.; CALDERON, T. y RUFETE, P. (1990): "Caracterización mineralógica de cerámicas de filiación fenicia, griega y turdetana de Huelva". *Huelva Arqueológica*, XII.
- MOIR, G. K. (1997): "Cement production: state of the art". *Br. Ceramics Trans.*, 5:204-212.
- MONTILLA, D. y SIERRA, G.(1992): "Las unidades del paisaje de la Serranía de Ronda". *Recuerdos de Ronda...y su Ecología*. Edita "Colectivo Cultural Giner de los Ríos". Ronda:11-51.
- MUÑOZ, I. (1991): *Caracterización mineralógica y química de cerámicas arqueológicas procedentes de Salobreña (Granada)*. Memoria de licenciatura. Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares.
- MUÑOZ, I.; GARCIA, G. y DE ANDRES, A. M.(1991): "Estudio arqueométrico de cerámicas de Salobreña (Granada)". XXXI Congreso Nacional de Cerámica y Vidrio, (Madrid 1989–90): .
- NAVARRO GASCON, J. V. (1998): "Estudio analítico de los materiales cerámicos del yacimiento arqueológico de la Casa del Marqués de Saltillo (Carmona, Sevilla)". M. Belén et alii: *Arqueología en Carmona (Sevilla)*. Junta de Andalucía, Sevilla: 263-312.
- NUÑEZ, R.; CAPEL, J. y REYES, E. (1991): "Hidrólisis de materiales cerámicos. Estudio preliminar2. *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 14:89–94.
- OLAETXEA, C.; LARREA, F. J. y ORTEGA, L. A. (1996): "Análisis tecnológico y petrográfico de cerámicas de Bourges I (Bourges, Francia)2. *Complutum*, 7:163–173.
- OLIN, J. S. y FRANKLIN, A. O. (eds.) (1982): *Archaeological ceramics*. Smithsonian Institution Press. Washington.
- ORTON, C.; TYERS, P. y VINCE, A. (1993): *Pottery in archaeology*. Cambridge University Press, Cambridge. [En castellano: *La cerámica en la arqueología*, ed. Crítica, 1997].
- PAÇO, A. do (1957): "Castro de Vila Nova de S. Pedro. IX– Forno de cozer ceramica". *Revista de Guimaraes*, Vol. LXVII: 82–94.

- PADIAL, B.; GARRIDO, O.; BARAHONA, E.; AGUAYO, P. y CARRILERO, M. (En prensa): "Estudios analíticos de un conjunto de ánforas de tipología fenicia occidental del asentamiento protohistórico de Ronda la Vieja (Ronda, Málaga)". Actas del IV Congreso Internacional de Estudios Fenicios y Púnicos. (Cádiz 1996).
- PALACIOS, J. M.; DE ANDRES, A. M.; GARCIA-RAMOS, G. MUÑOZ, I. y PICON, M. (1984): "Problèmes de détermination de l'origine des céramiques". Datation-caractérisation des céramiques anciennes, Bourdeaux-Talance, 1981. PACT, 10, éditions du CNRS: 425-433.
- PALACIOS, J. M.; DE ANDRES, A.; GARCIA-RAMOS, G.; MUÑOZ, I. y RAIGON, M. (1988): "Análisis de arcillas cerámicas de Guadix y sus transformaciones durante la cocción hasta 1100° C". Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, 27: 377-380.
- PEACOCK, D. P. S. (1970): "The scientific analysis of ancient ceramics: A review". World Archaeology, 1(3):375-389.
- PEACOCK, D. P. S. (1982): Pottery in the Roman World: an etnoarchaeological approach. Longman Archaeology Series. New York.
- PELAEZ, M. N. (1982-83): "Puesta a punto de algunas técnicas físico-químicas para el estudio de cerámicas arqueológicas". Cuadernos de Prehistoria y Arqueología, 9-10:151-210.
- PERDIGUERO, M. (1994): "Un horno alfarero de época ibérica en Arastipi (Cauche el Viejo, Antequera)". Jabega, 74:3-14.
- PERINET, G. (1960): "Contribution de la diffraction des rayons X à l'évaluation de la température de cuisson d'une céramique". Trans. 7 th Inter. Ceram. Congress. :371-376.
- PETERS, T. y IBERG, R. (1978): "Mineralogical changes during firing of calcium-brick clays". Am. Ceram. Soc. Bull., 57:503-506.
- PICON, M. (1973): "Recherches de laboratoire sur la céramique antieue". Revue Archéologique, 1:119-132.
- PICON, M. (1984): "Le traitement des données d'analyse". Datation-caractérisation des céramiques anciennes, Bourdeaux-Talance, 1981. PACT, 10, éditions du CNRS:379-399.
- PICON, M. (1985a): "A propos de l'origine des amphores massaliètes: méthodes et résultats". Documents d'Archéologie Méridionale, 8: 119-131.
- PICON, M. (1985b): "Un exemple de pollution aux dimensions kilométriques: la fixation du baryum par les céramiques". Revue d'Archéométrie, 9:27-29.
- PICON, M. (1987): "La fixation du baryum et du strontium par les céramiques". Revue d'Archéométrie, 11:41-47.

PICON, M. (1991): "L'analyse par activation neutronique est-elle la meilleure méthode que l'on puisse employer pour déterminer l'origine des céramiques?". *Revue d'Archeometrie*, 15:95–101.

PICON, M. (1993): "Estudio de cerámicas en laboratorio: Métodos geoquímicos". *Bulletí Arqueologia. Rial Societat Arqueologica Tarraconense. Epoca V, n° 15*: 5–32.

PICON, M. (1993): "Ethnoarchéologie et recherches en laboratoire: le cas des techniques céramiques". *Ethnoarchéologie: justification, problèmes, limites. XIIe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes. Éditions APDCA, Juan-les-Pins*:115–126.

PICON, M. (1995): "Composition chimiques et détermination de l'origine des céramiques: réflexions sur la nature des preuves". M. Vendrell-Saz, T. Pradell, J. Molera y M. García (eds.): *Studies on Ancient Ceramics. Proceedings of the European Meeting on Ancient Ceramics (Barcelona, 1993)*: 229–233.

PICON, M. (1995): "Pour une relecture de la céramique marocaine: caractéristiques des argiles et des produits, techniques de fabrication, facteurs économiques et sociaux". *Ethno-Archéologie Méditerranéenne. Finalités, démarches et résultats. Collection de la Casa Velazquez*, 54: 141–158.

PICON, M. y LE MIERE (1987): "Geochimie". J. C. Miskovsky (ed.). *Géologie de la Préhistoire: Méthodes, Techniques, Applications. De. Géopré. Association pour l'Etude de l'Environnement Géologique de la Préhistoire. Paris*:883–901.

PICON, M. y ELHRAIKI, R. (1995): "Quels objectifs pour une étude ethnoarchéologique des céramiques?". *Ethno-Archéologie Méditerranéenne. Finalités, démarches et résultats. Collection de la Casa Velazquez*, 54: 135–139.

PIPONNIER, D.; BECHHTEL, F.; FLORIN, D.; MOLERA, J.; SCHORERER, M. y VEDRELL, M. (1997): "Apport de la catodoluminescence à l'étude des transformations de phases cristallines dans les céramiques kaoliniques carbonatées". P. Abelard et alli (eds.) *Euroceramic V, part. 2*:1470-1473.

POLLARD, M. y HERON, C. (1996): "The Geochemistry of Clays and the Provenance of Ceramics" *Archaeological Chemistry. The Royal Society of Chemistry*:104-148.

PORTUGAL-FERREIRA, M.; MORATA, D.; PUGA, E.; DEMANT, A. y AGUIRRE, L. (1995): "Evolución geoquímica y temporal del magmatismo básico mesozoico en las zonas externas de las cordilleras béticas". *Estudios Geológicos*, 51: 109–118.

PUGA, E.; MORTEN, L.; BONDI, M.; BARGOSSO, J.M.; RUIZ-CRUZ, M.D. and DIAZ DE FEDERICO, A. (1983): "Metamorphosed "ophites" from the Archidona region subbetic zone (Spain)". *Estudios Geológicos*, 39: 307–317.

PUGA, E.; VAN DE FLIERT, J.R.; TORRES-ROLDAN, R.L. y SANZ GALDEANO, G. (1988): "Attempts on whole-rock K/Ar dating of Mesozoic volcanic and hypabissal igneous rocks from the central subbetic (southern Spain): a case of differential argon loss related to very lowgrade metamorphism". *Estudios Geológicos*, 44: 47–59.

- PUGA, E.; PORTUGAL, M.; DIAZ de FEDERICO, A.; BARGOSI, G. y MORTEN, L. (1989): "The evolution of the magmatism in the external zones of the Betic Cordilleras during the Mesozoic". *Geodinámica Acta*, 3: 253–266.
- RAIGON, M. (1988): "Análisis de arcillas cerámicas de Guadix y sus transformaciones durante la cocción hasta 1100° C". *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 27: 377–380.
- RAMON, J. (1995): *Ánforas fenicio-púnicas del Mediterráneo central y occidental*, *Collecció Instrumenta*, 2. Universidad de Barcelona.
- RENFREW, C. (1977): "Introduction: Production and exchange in early societies, the evidence of pottery". D. P. S. Peacock (ed.): *Pottery and Early Commerce. Characterization and trade in Roman and Later Ceramics*, Academic Press, London–New York–San Francisco:1–20
- REILLE, J. L. (1985): "L'analyse pétrographique des céramiques et le problème de la provenance des amphores massaliètes (VIème-IIème s. av. J.-C.)". *Documents d'Archéologie Méridionale*, 8:101-112.
- REYNOLDS, P. (1988): *Arqueología experimental. Una perspectiva de futur*. Editorial Eumo. Barcelona.
- RICE, P. M. (1987): *Pottery analysis. A sourcebook*. The University Chicago Press. Chicago and London.
- ROBERTS, J. P. (1963): "Determination of the firing temperature of ancient ceramics by measurement of thermal expansion". *Archaeometry*, 6:21–25.
- RODRIGUEZ, F. (1977): *La Serranía de Ronda, Estudio Geográfico*. Caja de Ahorros de Ronda, Málaga.
- RODRIGUEZ-GALLEGO, M. (1982): *Difracción de Rayos X*. Alhambra-Logman Publish. Co. Madrid, 366p.
- ROOS, A. M. (1982): "Acerca de la antigua cerámica gris a torno de la Península Ibérica". *Institut de Prehistòria i Arqueologia. Monografies*, LXV: 43–70.
- ROVIRA, S. (1975): "Estadística en Arqueología. El estadístico Chi<sup>2</sup> aplicado al contraste tipológico y al análisis dimensional". *Boletín Informativo de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología*, 4: 26-29.
- ROVIRA, S. (1989): "Arqueología y Arqueometalurgia". *Boletín de la Sociedad Española de Amigos de la Arqueología*, 27:45-50.
- ROVIRA, S. (1997): "Metodología per a la investigació arqueometalúrgica. Una revisió crítica". *Cota Zero*, 13:9-18.
- RUIZ, A. (1992): "Etnogénesis de las poblaciones pre-romanas de Andalucía oriental". *Paleontología de la Península Ibérica*. M. Almagro Gorbea y G. Ruiz Zapatero (eds.). *Complutum*, 2–3:101–118.
- RUIZ-GALVEZ, M. (1998): *La Europa Atlántica en la Edad de Bronce. Un viaje a las raíces de la Europa occidental*. Ed. Crítica Barcelona.

- RYE, O. S.(1981): Pottery technology. Principles and reconstruction. Australian National University. Taraxacum, Washington.
- SANCHEZ MESEGUER, J.; GARCIA, J. ALEMANY, C. y GONZALEZ, A. (1990): “Arqueometría: cerámicas, arqueología e informática”. XXX Congreso Nacional de Cerámica y Vidrio (Santiago de Compostela).
- SCHUBART, H. (1988): “Endbronzezeitliche und phönizische siedlungsfunde von der Guadiaro-Mündung, provinz, Cádiz”. Madrider Mitteilungen, 29:132-173.
- SCHULTZ, L. G. (1960): “Quantitative x-Ray determination of some aluminous clay minerals in rock”. Clays and Clay Minerals, 6:216-225.
- SEGNIT, E. R. y ANDERSON, C. A. (1972): “Scanning electron microscopy of fired illite”. Trans. Br. Ceramic. Sc., 71:85-88.
- SEMPERE, E. (1982): Rutas a los alfares. España–Portugal. Barcelona, 434 p.
- SERRANO, F. (1979): Los foraminíferos planctónicos del Mioceno superior de la Cuenca de Ronda y su comparación con los de otras áreas de las Cordilleras Béticas. Tesis doctoral, Universidad de Málaga:272 pp.
- SERRANO, F. (1980): “Los materiales del Mioceno Superior en la Cuenca de Ronda”. Estudios Geológicos, 36:231-236.
- SEVA, R. y ALMIÑANA, M. (1996): “Caracterización cerámica y ósmosis cultural durante el bronce medio en la zona central de la provincia de Alicante”. Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de Castellón, 17:129–155.
- SHEPARD, A. O. (1956): Ceramics for the archaeologist. Carnegie Institution, publication 609, Washington.
- SIERRA, G.; AGUAYO, P. y MORENO, F. (1994): “Aproximación al suministro de rocas para la fabricación de útiles durante la Prehistoria reciente en la Depresión Natural de Ronda”. J. F. Jordá Pardo (ed.). Geoarqueología. Actas de la 2º Reunión Nacional de Geoarqueología (Madrid 1992):325–335.
- SINOPOLI, C. M. (1991): Approaches to archaeological ceramics. Plenum Press, New York, XIII.
- SOURIE, A. y GLASSER, F. P. (1993): “Composition of melilites crystallised from CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> melts”. Br. Ceram. Trans., 92:152-154.
- TABOADA, M. T.; CARREÑO, M. C. y GUITIAN, F.(1994): “Mineralogía y condiciones de cocción de la cerámica del Castro de Saceda (Orense)”. J. F. Jordá Pardo (ed.). Geoarqueología. Actas de la 2a Reunión Nacional de Geoarqueología. (Madrid 1992): 391– 397.
- TARRADELL, M. (1951): “Ensayos de nuevos métodos para el estudio de las cerámicas antiguas”. Zephyrus, 2:43–45.

- TITE, M. S. (1969): "Determination of the firing temperature of ancient ceramics". *Archaeometry*, 11:131–143.
- TITE, M.S. y MANIATIS, Y. (1975): Scanning electron microscopy of fired calcareous clays, *Trans. Br. Ceram. Soc.*, 74:19-22.
- VAQUER, J. (1994): "Une possible structure de cuisson de céramiques sur le site de Notre-Dame-de-Marcelle à Limoux (Aude)". *Terre Cuite et Société. La Céramique, Document Technique, Économique, Culturel. XIVe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes. Éditions APDCA. Jean-les-Pines:93–97.*
- VENIALLE, F. (1990): Modern Techniques of analysis applied to ancient ceramics. *Advanced Workshop. Pavia, 6.*
- VILA, A. y ESTEVEZ, J. (1989): "“Sola ante el peligro”: la arqueología ante las ciencias auxiliares". *Archivo Español de Arqueología*, 62: 272–278.
- VITALI, V.; FRANKLIN, U. M. y HANCOCK, R. G. V. (1984): "La stabilité des céramiques par rapport a l'environnement". *Revue D'Archéométry*, 20(1):47–54.
- WAGNER, C. G. (1989): "Gadir y los más antiguos asentamientos fenicios al este del Estrecho". *I Congreso Internacional: El Estrecho de Gibraltar. (Ceuta ). Tomo I:419–428, Madrid.*
- WALDREN, W. H. y GREENE, P. ( 1989): Prehistoric pottery. Simple approaches to analysis. *Damarc Series, 14.*
- WALDREN, W. H. (1991): "Simple approaches to the analysis of Prehistoric Pottery". *IInd. DICP. R. D. W. M. P.: Archaeological Techniques, Technology and Theory, II. BAR. Int. Ser. 573:115–168.*
- WEDEPOLHL, K. H. (1972): *Handbook of geochemistry. Springer-Verlag. Heidelberg.*
- WEIGAND, P. C.; HARBOTTLE, G. y SAYRE, E. V. (1977): "Tourquoise sources and source analysis: Mesoamerica and the southwestern U.S.A". T. K. Earle y J. E. Ericson (eds.), *Exchange systems in prehistory, studies in archaeology, Accademic Press Inc, New York and London:15–34.*
- WIDEMANN, F. (1984): "La matière des céramiques". *Datation-caractérisation des céramiques anciennes, Bourdeaux- Talance, 1981. PACT, 10, editions du CNRS:205–214.*
- WIDEMANN, F. (1984): *Problèmes d'origine: échantillonnage groupes de référence. Datation-caractérisation des céramiques anciennes, Bourdeaux- Talance, 1981. PACT, 10, editions du CNRS: 407–423.*
- WILLIANS y FLEMING (1974): *Métodos espectroscópicos en química orgánica. Urmo, S. A. de Ediciones. Bilbao.*
- WILSON, A. L. (1978): "Elemental analysis of pottery in the study of its provenance: A review". *Journal of Archaeological Science*, 5(3): 219–236.

YUSTA, A. (1984): Geoquímica de las alteraciones superficiales de peridotitas de Los Reales (Málaga). Tesis doctoral de la Universidad de Granada. Inédita.

YUSTA, A.; BARAHONA, E.; HUERTAS, F.; REYES, E.; YAÑEZ, J. and LINARES, J. (1985): "Geochemistry of soils from peridotite in Los Reales, Málaga, Spain". A. Pozzuoli (ed.), Clays and Clay Minerals. Mineralogica et Petrographica Acta, 29-A:489-498.

## APENDICES



APENDICE 1 ANALISIS DE ELEMENTOS TRAZA DE CERAMICAS Y ARCILLAS  
Relación de muestras analizadas:

- 1 2.021 (urna policroma) Orientalizante
- 2 2.536 (cuenco carenado con decoración esgrafiada) Bronce Final pretorno
- 3 3.134 (olla con decoración digitada) Orientalizante
- 4 3.134 (olla con decoración digitada) Orientalizante
- 5 3.238 (decoración zoomorfa) Orientalizante
- 6 3.275 (plato de barniz rojo) Bronce Final reciente con torno
- 7 3.286-2 (plato de barniz rojo) Bronce Final reciente con torno
- 8 3.305 (decoración excisa y boquique) Bronce Final reciente con torno
- 9 3.497 (copa/frutero a mano) Bronce Final reciente con torno
- 10 3.530 (soporte policromo) Bronce Final reciente con torno
- 11 4.024-2 (fondo pithoi policromo) Orientalizante
- 12 4.055 (cuenco carenado barniz rojo) Bronce Final reciente con torno
- 13 4.102 (soporte de baquetones) Orientalizante
- 14 4.164 (escudilla) Bronce Final reciente sin torno
- 15 4.201-50 (pithoi policromo) Bronce Final reciente con torno
- 16 4.233-1 (urna policroma) Orientalizante
- 17 4.264 (pithoi barniz rojo) Orientalizante
- 18 4.278-1 (plato gris) Orientalizante
- 19 4.278-3 (decoración de retícula bruñida) Orientalizante
- 20 4.719 (quemaperfumes) Orientalizante
- 21 4.897 (fuente carenada) Bronce final reciente sin torno
- 22 4.898 (soporte baquetón central) Bronce final reciente sin torno
- 23 4.909-71 (vaso perfil en s) Bronce final reciente sin torno
- 24 4.909-86 (decoración de boquique) Bronce final reciente sin torno
- 25 4.909-87 (decoración de boquique) Bronce final reciente sin torno
- 26 6.226 (decoración campaniforme) Edad del Cobre
- 27 6.375 (fuente) Bronce Final reciente con torno
- 28 6.721 (cuenco semiesférico) Edad del Cobre
- 29 6.765 (mamelón perforado) Edad del Cobre
- 30 6.768 (fuente) Edad del Cobre
- 31 6.770 (fuente) Edad del Cobre
- 32 6.771 (fuente) Edad del Cobre
- 33 6.785 (fuente) Edad del Cobre
- 34 6.795 (fuente) Edad del Cobre
- 35 6.829 (decoración campaniforme) Edad del Cobre
- 36 13.001 (ánfora) Bronce Final reciente con torno
- 37 20.030 (olla con asa de orejeta) Orientalizante
- 38 20.211 (fondo en ónfalo) Bronce Final reciente con torno
- 39 40.673 (cuenco) Bronce Pleno
- 40 40.702 (orza) Bronce Pleno
- 41 40.730 (vaso carenado) Bronce Pleno
- 42 40.786 (orza) Bronce Pleno
- 43 40.806 (vaso perfil en s) Bronce Pleno
- 44 41.080 (olla globular) Bronce Pleno
- 45 41.130 (olla globular) Bronce Pleno
- 46 41.210 (fuente) Bronce Pleno
- 47 41.211 (olla) Bronce Pleno
- 48 A-1 (corresponde a la arcilla miocena RA-010)
- 49 A-2 (corresponde a la arcilla miocena RA-010)
- 50 A-3 (corresponde a la arcilla miocena RA-009)
- 51 A-4 (corresponde a la arcilla triásica-jurásica RA-001)
- 52 A-5 (corresponde a la arcilla triásica-jurásica RA-001)
- 53 A-6 (corresponde a la arcilla triásica-jurásica RA-001)
- 54 A-7 (corresponde a la arcilla miocena RA-008)
- 55 A-8 (corresponde a la arcilla triásica-jurásica RA-001)
- 56 A-9 (corresponde a la arcilla cuaternaria RA-003)
- 57 A-10 (corresponde a la arcilla triásica-jurásica RA-001)

58 A-11 (corresponde a las arcillas versicolores RA-002)  
59 A-12 (corresponde a la arcilla cuaternaria RA-003)  
60 A-13 (corresponde a la arcilla miocena RA-005)  
61 3.133-2 (ánfora) Orientalizante  
62 4.071 (ánfora) Orientalizante  
63 4.119 (ánfora) Orientalizante  
64 4.185-1 (ánfora) Orientalizante  
65 4.233-2 (ánfora) Orientalizante  
66 4.266-4 (ánfora) Orientalizante  
67 4.334 (ánfora) Orientalizante  
68 4.339-5 (ánfora) Orientalizante  
69 4.563-2 (ánfora) Orientalizante  
70 4.629 (ánfora) Orientalizante  
71 6.524 (ánfora) Orientalizante  
72 6.549 (ánfora) Orientalizante  
73 13.029 (ánfora) Orientalizante  
74 13.229 (ánfora) Orientalizante  
75 20.709 (ánfora) Orientalizante  
76 20.825 (ánfora) Orientalizante  
77 20.890 (ánfora) Orientalizante  
78 20.895 (ánfora) Orientalizante  
79 20.894 (ánfora) Orientalizante  
80 20.928 (ánfora) Orientalizante  
81 20.942 (ánfora) Orientalizante  
82 20.972 (ánfora) Orientalizante  
83 20.985 (ánfora) Orientalizante  
84 21.459 (ánfora) Orientalizante  
85 21.483 (ánfora) Orientalizante  
86 30.310 (ánfora) Orientalizante  
87 30.336 (ánfora) Orientalizante  
88 30.441 (ánfora) Orientalizante  
89 40.126 (ánfora) Orientalizante  
90 Ro-95-LE (ánfora de Ronda ciudad) Orientalizante  
91 Cartago (ánfora de Cartago) Orientalizante  
92 RA-005-800 (Arcilla miocena RA-005 cocida a 800°C)  
93 RA-005-850 (Arcilla miocena RA-005 cocida a 850°C)  
94 RA-005-900 (Arcilla miocena RA-005 cocida a 900°C)  
95 RA-008-800 (Arcilla miocena RA-008 cocida a 800°C)  
96 RA-008-850 (Arcilla miocena RA-008 cocida a 850°C)  
97 RA-008-900 (Arcilla miocena RA-008 cocida a 900°C)  
98 RA-009-800 (Arcilla miocena RA-009 cocida a 800°C)  
99 RA-009-850 (Arcilla miocena RA-009 cocida a 850°C)  
100 RA-009-900 (Arcilla miocena RA-009 cocida a 900°C)  
101 RA-010-800 (Arcilla miocena RA-010 cocida a 800°C)  
102 RA-010-850 (Arcilla miocena RA-010 cocida a 850°C)  
103 RA-010-900 (Arcilla miocena RA-010 cocida a 900°C)  
104 RA-005 (Arcilla miocena RA-005)  
105 RA-008 (Arcilla miocena RA-008)  
106 RA-009 (Arcilla miocena RA-009)  
107 RA-010 (Arcilla miocena RA-010)

CONTENIDO en elementos TRAZA (mg/Kg)

	Li	Rb	Cs	Be	Sr	Ba	Sc	V
2.021	45.6	116.5	5.0	1.9	403.7	523.3	14.2	93.6
2.536	27.6	73.8	3.2	2.4	204.9	518.4	14.5	116.7
3.134	33.7	75.0	3.7	1.8	478.7	547.0	12.3	113.4
3.134	31.6	73.7	3.6	1.9	443.0	527.8	12.6	108.8
3.238	37.2	99.9	4.3	1.7	288.7	573.4	11.7	87.4
3.275	30.7	82.0	2.9	1.8	437.1	867.9	11.8	105.1
3.286-2	32.5	78.9	3.0	1.9	447.4	689.1	12.0	99.4
3.305	32.2	82.9	5.3	2.3	129.3	438.2	13.7	125.8
3.497	42.7	58.9	4.2	2.5	206.3	653.6	14.6	125.4
3.530	30.7	81.7	3.5	1.8	672.4	463.6	11.7	98.5
4.024-2	31.5	87.0	3.6	1.9	753.3	587.2	11.9	98.4
4.055	20.2	44.9	1.5	1.3	451.2	540.9	9.7	80.7
4.102	33.0	84.0	3.5	1.9	410.1	513.1	12.2	108.7
4.164	30.0	59.7	3.6	2.2	210.1	471.3	14.5	126.5
4.201-50	33.4	83.3	3.1	1.8	387.6	756.4	12.4	95.6
4.233-1	31.5	99.1	4.1	1.8	524.4	517.2	11.4	90.2
4.264	24.7	77.2	2.9	1.7	571.3	1235.6	11.8	101.6
4.278-1	32.0	95.3	4.1	1.9	583.7	653.4	12.3	107.2
4.278-3	26.9	53.7	1.7	1.4	188.9	721.2	16.7	145.5
4.719	30.7	85.5	3.8	1.6	624.2	544.0	12.1	101.8
4.897	35.9	53.0	3.5	2.4	182.9	366.6	16.1	128.3
4.898	44.2	80.9	4.2	2.4	360.6	516.7	15.2	129.6
4.909-71	37.4	65.2	4.4	2.3	199.8	435.0	14.8	122.2
4.909-86	51.0	96.7	6.5	3.0	267.5	529.2	16.0	125.4
4.909-87	31.5	43.7	4.1	2.9	262.6	500.4	15.6	142.5
6.226	44.5	75.8	3.7	2.6	261.4	1036.8	17.0	180.7
6.375	45.3	83.0	4.6	2.5	284.3	906.5	17.2	132.0
6.721	39.3	120.3	5.2	2.4	426.7	695.7	15.7	132.4
6.765	41.9	85.3	3.5	2.2	514.9	624.0	15.0	120.5
6.768	48.3	72.1	3.6	2.7	329.7	626.7	19.0	135.9
6.770	44.9	93.5	6.4	2.9	370.0	556.0	19.9	163.4
6.771	39.0	65.6	3.1	2.2	395.9	570.0	14.0	118.6
6.785	47.2	115.5	6.5	2.7	429.1	635.1	19.5	160.1
6.795	43.6	95.9	4.4	2.2	242.4	337.9	31.9	226.2
6.829	34.1	82.2	3.0	1.9	615.3	663.7	12.3	98.5
13.001	30.6	81.6	3.0	2.0	435.5	807.5	11.3	103.3
20.030	68.3	65.2	2.3	2.3	334.0	721.2	20.0	159.5
20.211	29.4	68.4	4.0	2.1	244.0	776.2	14.9	118.6
40.673	35.7	57.6	3.7	2.4	297.1	566.1	15.7	137.8
40.702	64.7	91.4	5.9	2.8	350.6	401.0	17.5	161.5
40.730	35.4	61.1	3.5	2.1	306.4	555.4	15.7	137.9
40.786	21.2	32.6	0.9	1.5	470.6	685.7	15.8	101.2
40.806	50.1	67.7	5.4	2.8	320.5	594.4	18.8	154.7
41.080	35.9	81.8	11.5	1.8	564.5	369.6	11.4	102.9
41.130	32.1	26.5	2.4	1.9	111.4	265.7	10.0	100.1
41.210	28.8	67.8	3.0	1.6	529.2	322.2	10.7	92.3
41.211	40.6	88.4	5.1	2.2	296.6	535.0	14.9	131.5
A-1	55.8	103.0	5.0	2.1	668.5	234.7	14.3	131.2
A-2	22.1	55.3	2.5	1.4	573.4	249.7	9.9	80.3
A-3	38.4	94.7	4.5	2.0	669.1	256.2	13.6	120.1
A-4	86.2	209.9	9.7	3.1	239.7	545.7	20.6	143.0
A-5	91.4	183.4	9.0	2.8	177.8	456.7	16.4	123.1
A-6	94.4	228.2	11.6	2.8	249.3	544.0	21.0	152.9
A-7	34.2	86.9	4.2	1.9	605.6	245.0	12.1	112.7
A-8	57.8	147.6	7.5	2.5	521.2	311.6	16.8	133.6
A-9	26.8	38.7	2.2	1.4	37.6	126.7	7.6	80.2
A-10	201.0	139.5	6.9	3.3	1011.3	272.5	19.4	150.2
A-11	69.3	163.7	9.7	3.2	132.4	322.7	17.6	176.1
A-12	29.1	19.2	1.4	1.0	28.8	81.6	6.0	52.0
A-13	40.7	92.6	4.8	2.1	580.9	230.6	13.2	128.0

	Li	Rb	Cs	Be	Sr	Ba	Sc	V
3.133-2	28.2	65.4	3.2	1.5	362.8	568.4	9.3	75.6
4.071	45.3	96.2	4.6	2.3	565.2	375.3	11.9	92.8
4.119	37.4	96.3	4.7	1.7	452.5	645.3	12.1	107.9
4.185-1	35.6	75.6	3.1	1.9	362.9	527.6	10.6	83.6
4.233-2	44.1	101.1	4.5	2.0	292.9	644.8	11.8	87.9
4.266-4	43.8	110.5	4.9	2.1	451.3	573.7	14.7	104.3
4.334	46.0	108.2	5.1	2.1	261.3	616.7	14.6	107.9
4.339-5	48.1	105.5	9.8	2.3	388.5	448.4	13.2	94.0
4.563-2	57.4	125.2	6.1	1.9	272.5	650.7	12.7	97.4
4.629	31.7	76.8	3.8	1.5	551.2	605.8	11.1	87.9
6.524	40.6	92.8	4.1	1.8	561.6	724.3	11.8	95.8
6.549	39.8	94.7	4.2	2.0	525.6	580.6	12.5	96.0
13.029	46.1	101.8	4.3	2.1	287.1	585.9	13.2	93.2
13.229	40.2	97.3	4.4	1.7	396.5	412.7	12.9	95.7
20.709	27.0	80.7	3.5	1.8	552.7	654.1	10.4	86.2
20.825	47.1	115.2	4.9	2.1	332.8	497.6	14.6	95.3
20.890	24.7	76.5	3.8	1.2	511.5	839.3	9.8	89.2
20.895	26.4	77.6	3.6	1.6	569.3	811.8	10.3	90.1
20.894	35.2	90.0	4.0	1.6	468.2	540.4	12.4	97.6
20.928	34.3	84.6	3.9	1.6	605.6	503.8	11.6	103.7
20.942	39.6	86.3	3.9	1.8	638.7	572.2	10.9	92.2
20.972	41.4	106.7	4.6	2.2	504.2	800.8	14.2	107.2
20.985	47.1	109.1	4.7	1.9	299.8	647.3	13.5	95.6
21.459	37.9	90.1	3.9	1.6	335.7	465.5	11.1	89.5
21.483	46.9	104.9	4.6	2.1	381.2	514.3	13.1	91.5
30.310	38.3	95.7	4.2	1.9	541.0	644.2	11.8	101.4
30.336	41.3	95.2	5.0	2.1	540.0	576.3	11.5	103.0
30.441	36.0	94.9	4.3	1.8	510.7	640.3	11.9	100.1
40.126	44.3	101.2	4.8	2.0	418.2	461.6	13.1	102.4
Ro-95-LE	35.8	89.4	4.0	1.8	573.6	323.2	10.9	97.4
Cartago	34.4	53.2	3.4	1.9	461.0	223.4	13.9	115.7
RA-005-800	41.9	93.7	4.8	2.3	615.3	201.6	14.0	131.9
RA-005-850	42.4	95.4	5.0	2.2	622.4	206.6	14.0	133.3
RA-005-900	43.4	97.5	5.1	2.2	637.2	206.7	14.2	137.2
RA-008-800	33.5	84.0	4.1	1.8	616.3	207.5	12.0	114.5
RA-008-850	35.0	87.4	4.3	1.6	641.2	214.5	12.6	119.2
RA-008-900	35.8	88.4	4.3	2.1	644.9	216.3	12.4	120.6
RA-009-800	34.6	79.6	3.9	1.7	642.2	228.7	11.1	105.2
RA-009-850	36.8	83.1	4.1	1.9	665.7	234.0	11.9	108.9
RA-009-900	35.6	83.4	4.0	1.8	675.3	232.0	11.6	109.1
RA-010-800	52.9	92.4	4.6	1.7	611.1	223.2	12.9	121.3
RA-010-850	57.0	96.4	4.8	2.0	642.9	242.0	13.7	127.5
RA-010-900	56.5	95.9	4.7	2.1	635.4	235.5	13.6	126.8
RA-005	42.6	104.4	5.2	2.3	615.8	238.7	14.5	129.3
RA-008	36.1	92.1	4.5	2.0	607.0	219.1	13.0	123.5
RA-009	36.9	84.6	4.1	1.7	694.8	241.4	11.9	113.1
RA-010	53.5	96.2	4.8	2.0	606.5	267.2	13.8	126.1

	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Y	Nb
2.021	107.2	13.4	55.6	31.3	119.0	18.1	20.8	11.7
2.536	102.3	12.4	40.2	28.8	147.2	22.1	25.6	21.4
3.134	103.7	10.1	60.0	35.2	143.4	17.8	15.6	11.2
3.134	107.4	10.3	59.3	36.1	107.0	16.6	16.8	11.5
3.238	78.1	13.5	55.5	34.4	98.5	14.2	18.7	9.3
3.275	119.4	10.8	67.9	27.6	122.4	15.4	17.5	10.0
3.286-2	107.8	11.8	59.0	28.7	129.7	14.9	17.4	9.6
3.305	128.4	15.7	55.1	21.9	82.0	19.0	23.0	12.0
3.497	108.8	20.8	70.4	43.3	138.6	21.9	21.0	17.6
3.530	112.0	10.0	56.9	21.1	104.9	14.3	16.6	9.6
4.024-2	104.2	10.0	55.6	21.5	117.7	15.3	18.2	10.7
4.055	77.2	5.6	33.8	16.9	65.6	10.8	13.8	7.4
4.102	116.9	11.8	66.6	32.4	162.6	15.8	17.2	9.9
4.164	106.2	12.1	38.7	34.6	116.2	23.8	18.2	17.7
4.201-50	94.9	11.2	56.2	30.7	101.9	15.7	17.7	10.1
4.233-1	91.7	10.8	41.4	23.5	104.6	14.9	18.8	10.9
4.264	117.8	11.0	71.4	24.8	122.3	14.0	16.6	9.9
4.278-1	130.9	10.8	62.4	52.6	133.6	15.8	18.8	10.5
4.278-3	124.9	17.4	44.5	41.8	141.4	17.1	16.5	13.2
4.719	118.8	9.7	50.6	20.0	107.5	14.3	17.1	9.8
4.897	110.9	14.1	41.3	33.5	118.8	24.9	16.3	16.4
4.898	115.3	17.9	61.3	40.6	144.8	21.9	23.9	17.1
4.909-71	102.6	16.4	56.2	44.5	133.9	22.6	20.4	16.8
4.909-86	120.1	24.8	93.7	56.0	170.2	21.3	19.7	13.6
4.909-87	123.9	17.2	55.0	47.6	163.8	23.8	21.7	22.7
6.226	153.4	21.3	65.2	43.6	169.7	24.2	19.4	14.9
6.375	120.6	28.9	57.6	39.4	142.7	23.8	26.0	19.1
6.721	114.9	23.0	67.9	50.0	179.4	20.8	23.8	13.0
6.765	105.9	16.7	56.8	45.4	144.1	19.2	23.1	14.7
6.768	128.9	17.0	54.9	38.5	170.1	25.4	30.7	22.8
6.770	141.6	23.1	68.8	33.9	176.4	29.0	24.2	20.0
6.771	107.1	15.8	53.1	37.2	144.2	21.1	20.4	15.1
6.785	137.7	23.9	65.7	41.2	140.4	26.1	26.3	16.6
6.795	285.7	39.4	100.6	42.3	147.2	22.8	21.9	10.9
6.829	88.9	16.1	53.4	37.1	142.8	15.1	20.8	12.3
13.001	91.0	9.7	45.7	29.4	112.3	15.2	14.4	10.4
20.030	121.3	22.4	79.7	52.2	256.5	19.8	24.3	14.8
20.211	114.3	10.8	43.7	38.4	166.1	21.8	17.1	15.3
40.673	113.1	16.0	47.5	38.8	146.0	24.3	20.8	18.0
40.702	136.4	22.5	60.2	40.8	127.7	26.0	22.7	16.4
40.730	111.5	13.8	42.9	35.5	159.5	23.3	21.2	17.7
40.786	79.1	11.3	21.0	10.2	68.1	20.2	13.7	3.8
40.806	167.6	30.7	104.1	49.2	155.2	24.9	29.6	15.2
41.080	102.5	12.1	48.6	30.3	1758.1	14.0	16.7	9.5
41.130	121.4	11.6	62.3	41.2	149.2	14.5	18.3	10.6
41.210	100.9	7.5	47.2	30.4	147.3	13.6	16.3	9.6
41.211	106.4	14.8	45.0	30.5	140.0	21.4	19.7	15.9
A-1	113.5	11.6	63.6	30.5	118.6	17.3	19.1	12.4
A-2	76.2	6.9	52.7	16.2	51.3	10.6	12.6	8.1
A-3	118.2	10.1	55.0	23.5	77.7	16.5	17.9	11.4
A-4	197.6	26.6	148.0	50.4	145.4	24.8	24.1	13.1
A-5	82.4	10.7	41.8	46.9	100.9	23.0	15.5	11.3
A-6	170.4	19.0	117.7	59.0	157.6	26.4	22.8	13.9
A-7	108.5	6.7	49.1	23.2	79.0	15.6	17.1	12.0
A-8	114.9	23.6	73.0	49.2	114.6	21.7	20.6	13.8
A-9	95.6	6.1	53.8	10.5	46.0	11.8	11.9	5.5
A-10	108.4	50.9	105.1	55.0	114.4	27.8	33.1	12.9
A-11	124.1	27.0	79.5	92.0	182.9	25.1	25.6	12.3
A-12	67.0	3.7	33.3	12.3	36.7	7.4	10.5	3.4
A-13	119.1	12.4	62.0	26.0	88.4	16.4	18.9	11.5

	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Y	Nb
3.133-2	85.2	6.9	36.9	18.0	87.3	11.6	13.2	9.8
4.071	90.3	11.0	44.8	21.6	79.0	15.5	18.6	10.9
4.119	106.7	9.4	50.8	20.2	95.2	15.2	14.5	12.1
4.185-1	80.0	9.8	37.7	27.2	96.0	13.2	13.9	10.8
4.233-2	86.3	13.8	49.0	43.0	124.1	15.6	14.6	9.8
4.266-4	99.6	11.8	44.3	27.5	76.7	18.1	19.1	13.0
4.334	134.0	16.8	96.3	30.3	100.9	18.1	19.4	14.3
4.339-5	110.7	11.9	54.9	26.6	112.0	17.1	16.6	11.7
4.563-2	88.6	14.2	51.3	27.0	99.9	17.7	12.8	11.2
4.629	81.1	8.4	34.0	19.5	84.7	13.6	13.1	10.0
6.524	86.6	10.3	41.3	22.5	95.4	15.3	14.1	11.5
6.549	92.5	10.2	39.8	22.1	86.5	15.7	13.5	11.0
13.029	87.6	10.9	43.3	21.9	80.1	16.1	14.1	11.0
13.229	83.0	11.1	37.7	20.6	81.9	15.5	13.7	10.8
20.709	96.1	8.2	45.7	20.9	77.7	12.8	14.4	10.3
20.825	101.3	12.1	49.4	24.6	93.4	18.3	16.3	12.1
20.890	100.1	6.4	43.1	17.3	64.9	13.5	12.0	10.4
20.895	96.5	7.0	41.8	17.9	65.0	13.6	12.8	10.2
20.894	91.3	10.4	45.5	18.0	75.0	15.0	14.4	10.7
20.928	103.3	8.6	46.3	21.2	73.4	14.0	13.8	11.2
20.942	103.7	8.7	43.7	21.1	95.9	14.1	14.5	11.3
20.972	99.2	11.4	41.6	21.6	87.3	17.3	15.7	12.2
20.985	93.7	11.2	47.8	22.3	98.3	17.2	13.5	11.1
21.459	82.3	10.1	32.9	19.9	86.0	14.1	14.2	11.5
21.483	88.2	10.8	42.5	19.2	88.7	16.5	14.7	10.6
30.310	110.0	9.0	39.4	18.2	106.7	15.0	15.9	12.2
30.336	99.0	9.1	40.8	18.2	116.2	15.5	16.8	12.4
30.441	98.6	8.7	44.7	16.8	99.2	14.9	15.7	12.3
40.126	98.3	11.8	48.3	21.7	115.5	16.8	14.6	11.9
Ro-95-LE	95.4	8.4	35.8	18.0	78.7	14.3	16.6	12.2
Cartago	104.5	9.7	34.8	29.5	102.8	16.5	17.2	14.2
RA-005-800	121.0	11.8	53.6	28.2	93.9	17.4	18.1	13.6
RA-005-850	121.9	11.0	52.6	27.3	94.1	17.7	18.2	13.9
RA-005-900	126.6	10.7	54.4	31.4	104.0	17.9	17.8	14.0
RA-008-800	111.1	7.2	46.2	23.3	78.7	15.0	14.8	11.6
RA-008-850	114.4	7.8	49.8	24.5	107.4	15.7	15.5	12.3
RA-008-900	115.6	7.9	49.6	24.0	81.7	15.7	15.2	12.3
RA-009-800	98.1	10.1	58.5	21.3	76.3	14.0	14.2	10.7
RA-009-850	102.4	9.5	56.3	22.8	80.0	14.5	15.0	11.4
RA-009-900	103.4	9.7	60.1	23.6	79.8	14.5	14.8	11.2
RA-010-800	108.2	10.5	50.1	25.3	91.8	16.2	16.3	12.5
RA-010-850	115.0	11.2	52.7	28.1	98.6	16.8	17.6	13.1
RA-010-900	111.3	10.7	53.1	26.8	101.5	16.6	17.4	13.1
RA-005	121.3	11.7	59.2	27.9	95.8	18.3	19.4	12.3
RA-008	117.4	8.1	46.5	23.9	82.4	16.0	17.7	11.8
RA-009	106.9	10.6	73.2	24.2	86.9	14.8	16.6	10.8
RA-010	113.8	10.5	50.8	27.2	98.6	16.8	19.2	12.3

	Ta	Zr	Hf	Mo	Sn	Tl	Pb	U
2.021	0.9	66.5	2.0	1.2	2.9	0.3	20.3	1.7
2.536	1.4	130.5	3.7	1.1	3.3	0.3	24.0	1.7
3.134	0.7	61.4	1.7	1.4	3.2	0.3	20.8	1.5
3.134	0.8	75.8	2.2	1.4	2.5	0.3	20.1	1.5
3.238	0.6	77.2	2.1	0.9	2.5	0.4	18.3	1.2
3.275	0.7	60.5	1.7	2.7	2.5	0.3	17.7	1.8
3.286-2	0.7	62.8	1.8	2.0	2.5	0.3	16.8	1.6
3.305	0.9	94.6	2.5	1.2	3.1	0.6	22.4	1.2
3.497	1.2	107.4	3.0	1.5	3.5	0.4	23.3	1.1
3.530	0.7	61.8	1.7	2.0	2.3	0.3	18.1	1.9
4.024-2	0.8	70.0	1.9	1.8	2.5	0.3	32.3	2.7
4.055	0.5	47.2	1.3	0.5	1.9	0.1	12.0	1.0
4.102	0.7	66.9	1.9	2.2	2.6	0.3	17.5	1.5
4.164	1.2	113.4	3.2	1.3	3.3	0.3	23.9	1.4
4.201-50	0.7	60.4	1.8	1.4	2.4	0.3	20.1	1.4
4.233-1	0.8	63.1	1.8	0.6	2.3	0.2	15.9	1.6
4.264	0.7	58.9	1.7	2.2	6.2	0.4	24.4	1.8
4.278-1	0.8	66.0	1.9	1.7	2.5	0.4	17.7	1.6
4.278-3	0.9	80.2	2.3	0.7	2.5	0.2	17.0	0.7
4.719	0.7	72.9	1.9	1.5	2.3	0.3	17.8	1.8
4.897	1.1	101.9	2.9	1.3	3.2	0.3	26.0	1.4
4.898	1.1	106.0	3.0	1.6	3.1	0.5	20.5	1.8
4.909-71	1.2	111.5	3.2	1.1	3.2	0.6	23.7	1.4
4.909-86	1.0	90.5	2.6	0.9	3.6	0.6	26.0	1.1
4.909-87	1.5	127.6	3.5	1.1	3.3	0.4	22.1	1.3
6.226	1.1	83.3	2.5	1.7	3.7	0.4	23.6	1.5
6.375	1.3	121.1	3.4	2.3	3.5	0.5	26.9	2.1
6.721	0.9	84.4	2.5	1.1	3.1	0.5	25.4	1.4
6.765	1.1	93.2	2.5	1.4	2.8	0.4	20.1	1.8
6.768	1.6	134.8	3.8	2.8	3.6	0.4	27.1	1.7
6.770	1.4	116.9	3.3	1.4	3.8	0.5	29.2	2.0
6.771	1.1	94.6	2.8	1.3	3.1	0.4	22.0	1.5
6.785	1.2	97.6	2.7	1.4	3.5	0.6	23.3	2.2
6.795	0.8	79.4	2.3	0.8	2.6	0.4	16.4	0.5
6.829	0.9	78.1	2.1	1.0	2.4	0.3	18.4	1.0
13.001	0.7	47.0	1.3	0.7	2.6	0.3	17.2	1.2
20.030	1.0	121.9	3.1	1.6	2.7	0.2	15.1	0.9
20.211	1.1	97.7	2.9	1.2	3.1	0.4	25.3	1.5
40.673	1.2	103.8	3.0	1.3	3.4	0.4	26.2	1.8
40.702	1.2	92.5	2.6	1.9	3.7	0.6	24.3	1.8
40.730	1.2	106.9	3.1	1.3	3.3	0.3	24.7	1.7
40.786	0.3	28.5	1.0	0.5	1.6	0.1	15.1	1.0
40.806	1.1	82.4	2.4	4.2	4.1	0.7	23.3	1.4
41.080	0.7	59.8	1.7	1.0	2.2	5.4	834.3	0.9
41.130	0.7	73.5	2.2	1.9	2.5	0.5	44.2	0.7
41.210	0.7	61.8	1.7	0.6	2.2	0.3	17.4	1.3
41.211	1.1	74.9	2.2	1.2	3.1	0.8	27.4	1.3
A-1	1.2	87.5	2.3	5.8	2.6	0.4	19.1	3.5
A-2	1.1	63.8	1.5	0.8	1.9	0.2	12.3	1.7
A-3	1.0	75.8	2.0	0.7	2.6	0.3	19.3	2.1
A-4	1.2	59.8	1.8	1.2	5.0	1.0	32.5	3.1
A-5	0.9	68.2	2.1	0.3	4.3	0.8	29.1	2.4
A-6	1.4	54.6	1.5	1.3	5.3	1.1	36.3	2.7
A-7	1.4	83.9	2.1	1.3	2.4	0.3	16.8	2.2
A-8	1.2	93.9	2.4	1.1	3.0	0.6	23.5	2.2
A-9	0.4	49.3	1.4	0.7	2.0	0.3	16.1	0.4
A-10	1.0	89.5	2.7	3.6	3.7	1.0	26.9	1.9
A-11	0.9	94.2	2.7	1.7	4.2	1.0	30.1	2.6
A-12	0.2	36.8	1.1	1.3	1.7	0.1	13.4	0.4
A-13	0.9	80.3	2.2	3.8	2.5	0.3	18.6	2.4

	Ta	Zr	Hf	Mo	Sn	Tl	Pb	U
3.133-2	1.0	50.0	1.4	1.1	1.9	0.2	13.4	1.4
4.071	1.2	71.7	1.9	1.3	2.2	0.3	17.6	1.8
4.119	1.1	52.9	1.4	1.6	2.3	0.3	18.2	1.6
4.185-1	1.0	53.3	1.4	0.9	2.2	0.3	15.2	1.4
4.233-2	1.0	50.8	1.4	0.9	2.4	0.4	16.4	1.4
4.266-4	1.3	70.9	2.0	0.9	2.7	0.2	18.0	1.8
4.334	1.4	60.2	1.6	0.7	3.0	0.1	20.4	1.4
4.339-5	1.2	57.9	1.6	1.4	2.6	0.3	16.9	1.5
4.563-2	1.2	40.6	1.1	0.7	3.1	0.4	24.7	1.2
4.629	0.9	48.5	1.3	1.1	2.3	0.3	17.2	1.5
6.524	1.1	54.2	1.5	1.2	2.2	0.3	18.4	1.7
6.549	1.0	50.5	1.4	1.2	2.2	0.3	17.6	1.7
13.029	1.0	49.3	1.4	1.0	2.4	0.3	14.6	1.3
13.229	1.0	51.3	1.4	1.2	2.4	0.3	18.3	1.4
20.709	1.1	51.0	1.4	1.6	2.1	0.2	15.0	1.8
20.825	1.2	56.0	1.7	1.1	2.7	0.3	15.2	1.5
20.890	1.3	51.1	1.4	1.2	2.0	0.2	19.3	1.7
20.895	1.0	49.8	1.3	1.4	1.9	0.2	13.8	1.6
20.894	1.0	51.3	1.3	1.6	2.2	0.3	14.7	1.5
20.928	1.1	48.6	1.3	1.7	2.2	0.3	17.2	1.9
20.942	1.2	54.4	1.5	1.1	2.3	0.3	16.3	2.3
20.972	1.2	54.1	1.6	1.3	2.4	0.4	21.0	1.6
20.985	1.1	47.2	1.4	1.3	2.4	0.4	15.5	1.4
21.459	1.1	53.8	1.4	0.8	2.2	0.3	14.1	1.3
21.483	1.0	50.3	1.4	1.4	2.4	0.3	14.8	1.5
30.310	1.2	58.4	1.6	1.1	2.5	0.3	15.9	1.8
30.336	1.2	60.9	1.6	1.2	2.3	0.3	16.6	1.8
30.441	1.1	58.7	1.6	1.1	2.3	0.3	16.6	1.8
40.126	1.1	52.1	1.6	1.3	2.7	0.3	16.7	1.6
Ro-95-LE	1.2	58.8	1.5	0.9	2.1	0.3	12.9	1.9
Cartago	1.3	79.5	2.1	0.9	2.4	0.0	23.9	1.8
RA-005-800	1.3	70.0	2.0	3.4	2.7	0.3	18.4	2.4
RA-005-850	1.3	66.4	1.9	3.4	2.7	0.3	18.6	2.5
RA-005-900	1.3	65.2	1.7	3.5	2.6	0.3	18.8	2.4
RA-008-800	1.1	57.7	1.5	1.7	2.3	0.3	19.7	2.4
RA-008-850	1.1	58.2	1.6	1.6	2.5	0.2	16.9	2.5
RA-008-900	1.1	56.1	1.5	1.8	2.4	0.2	16.6	2.5
RA-009-800	1.0	53.7	1.4	1.8	2.1	0.3	16.5	2.0
RA-009-850	1.1	54.8	1.5	1.9	2.1	0.2	17.1	2.1
RA-009-900	1.0	54.6	1.4	1.9	2.3	0.2	16.7	2.1
RA-010-800	1.2	64.2	1.7	4.7	2.4	0.3	16.3	3.7
RA-010-850	1.2	64.1	1.7	4.7	2.5	0.1	17.5	3.9
RA-010-900	1.2	66.3	1.8	4.7	2.6	0.1	18.8	3.8
RA-005	1.2	85.8	2.4	3.0	3.0	0.4	20.2	2.3
RA-008	1.1	76.4	2.0	3.1	2.4	0.3	17.7	2.6
RA-009	1.0	76.2	1.9	2.0	2.4	0.3	17.6	2.4
RA-010	1.2	89.1	2.2	3.4	2.4	0.3	18.2	3.0

	Th	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd
2.021	11.7	41.5	81.1	9.5	36.1	6.2	1.3	5.6
2.536	15.5	54.8	109.3	12.7	47.2	8.0	1.7	7.4
3.134	10.0	33.6	64.6	7.4	27.2	4.7	1.1	4.5
3.134	9.9	32.9	62.9	7.2	26.0	4.7	1.0	4.4
3.238	9.2	32.6	64.8	7.6	28.5	5.1	1.2	4.7
3.275	9.3	33.0	63.3	7.4	28.4	4.9	1.2	4.3
3.286-2	9.0	30.4	59.8	6.9	26.6	4.6	1.1	4.3
3.305	11.8	39.2	75.4	9.6	37.7	7.2	1.6	6.1
3.497	13.6	43.4	87.7	10.4	38.9	6.7	1.5	6.0
3.530	8.4	29.8	56.1	6.6	24.5	4.5	1.0	4.1
4.024-2	9.5	33.9	63.8	7.6	28.5	5.1	1.1	4.6
4.055	6.3	22.8	43.9	5.1	19.3	3.5	0.9	3.4
4.102	8.6	29.8	57.6	6.7	25.1	4.6	1.0	4.2
4.164	14.5	45.9	88.8	10.4	37.3	6.3	1.3	5.7
4.201-50	9.9	31.7	64.0	7.6	27.6	5.1	1.2	4.5
4.233-1	13.4	33.6	66.8	7.8	29.2	5.2	1.2	4.9
4.264	8.8	30.5	58.4	6.8	25.8	4.6	1.2	4.1
4.278-1	9.4	33.6	64.2	7.5	28.6	5.1	1.1	4.5
4.278-3	9.7	28.5	62.6	7.0	25.9	4.8	1.2	4.4
4.719	8.5	31.2	58.5	6.9	26.1	4.6	1.1	4.3
4.897	13.6	43.0	80.6	9.2	33.1	5.4	1.1	5.1
4.898	12.7	45.9	91.7	10.7	40.3	6.7	1.5	6.1
4.909-71	13.8	45.1	92.8	10.6	38.4	6.6	1.4	6.0
4.909-86	13.5	38.2	86.9	9.3	34.7	6.2	1.3	5.7
4.909-87	13.3	45.7	82.5	10.9	40.8	7.1	1.5	5.9
6.226	12.3	38.1	83.6	9.2	34.4	6.0	1.5	5.5
6.375	14.9	51.4	109.7	12.5	47.2	8.0	1.9	7.2
6.721	12.3	41.2	82.9	9.8	37.9	6.5	1.5	5.9
6.765	11.9	41.2	81.4	9.4	35.4	6.0	1.4	5.4
6.768	16.0	55.5	110.8	13.9	53.1	9.2	2.0	7.9
6.770	17.7	57.8	121.5	13.3	49.8	8.2	1.8	7.5
6.771	13.1	42.8	84.6	10.1	37.6	6.5	1.4	5.8
6.785	14.8	55.4	110.7	12.7	48.6	8.1	1.8	7.2
6.795	8.6	31.2	66.0	7.5	29.2	5.7	1.4	5.0
6.829	9.9	33.5	66.0	8.0	29.9	5.6	1.3	5.1
13.001	9.3	31.3	62.0	7.3	27.3	4.9	1.1	4.3
20.030	6.5	28.7	59.1	7.3	29.7	5.7	1.6	5.0
20.211	13.1	39.8	75.2	8.4	29.4	4.8	1.1	4.8
40.673	14.9	51.8	100.8	11.6	43.4	7.2	1.5	6.3
40.702	14.7	51.9	103.0	11.7	44.3	7.3	1.6	6.3
40.730	14.6	48.3	97.3	11.4	42.0	7.1	1.5	6.2
40.786	5.4	20.7	49.0	5.1	20.0	3.9	1.1	3.4
40.806	14.5	47.6	100.0	11.5	44.5	7.7	1.7	7.2
41.080	7.6	27.7	54.6	6.2	23.7	4.3	1.0	4.0
41.130	8.8	32.0	45.1	8.0	30.6	5.6	1.2	4.3
41.210	7.9	29.3	55.1	6.6	25.1	4.4	0.9	4.0
41.211	12.9	48.3	95.8	11.1	42.1	6.8	1.5	6.3
A-1	9.1	34.3	63.7	7.4	28.3	5.0	1.1	4.5
A-2	5.4	20.1	37.3	4.3	15.9	3.2	0.7	2.9
A-3	8.8	33.0	61.7	7.2	27.0	4.9	1.0	4.5
A-4	16.8	41.4	86.4	10.2	38.9	7.0	1.4	6.0
A-5	15.7	44.2	87.1	10.2	38.6	6.4	1.2	5.7
A-6	17.8	42.3	86.8	10.4	39.1	6.9	1.3	6.1
A-7	8.2	30.7	57.2	6.7	25.5	4.4	1.0	4.0
A-8	11.4	42.3	83.0	9.3	34.9	6.0	1.3	5.5
A-9	6.4	18.8	28.7	4.1	15.3	3.2	0.7	2.7
A-10	9.8	33.7	75.0	11.3	52.5	12.5	3.1	9.8
A-11	12.5	41.5	85.7	10.2	40.4	6.7	1.5	6.2
A-12	5.1	14.3	21.3	3.2	11.9	2.7	0.5	2.1
A-13	9.1	34.0	63.9	7.4	28.0	4.8	1.0	4.4

	Th	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd
3.133-2	7.2	24.6	49.3	5.7	21.9	3.9	0.9	3.4
4.071	8.7	30.6	59.9	7.1	27.2	4.8	1.0	4.0
4.119	7.9	29.7	56.6	6.4	25.2	4.2	1.0	3.5
4.185-1	7.8	28.5	56.2	6.5	24.5	4.4	0.9	3.8
4.233-2	7.7	28.3	55.0	6.4	24.3	4.4	0.9	3.7
4.266-4	10.3	38.0	72.5	8.4	31.6	5.5	1.2	4.7
4.334	10.3	37.8	75.1	8.7	33.2	5.8	1.3	4.9
4.339-5	9.0	33.6	64.7	7.6	28.5	5.1	1.1	4.2
4.563-2	9.5	32.7	66.6	7.3	28.1	4.7	1.0	3.9
4.629	7.6	29.6	56.2	6.6	25.3	4.3	0.9	3.6
6.524	8.3	32.1	61.5	7.1	26.7	4.6	1.0	3.8
6.549	8.3	32.7	63.1	7.2	27.3	4.7	1.0	3.9
13.029	8.8	33.8	65.3	7.5	28.4	5.1	1.0	4.2
13.229	8.6	33.5	64.9	7.5	28.6	4.8	1.0	4.0
20.709	7.4	27.9	52.7	6.1	23.6	3.9	0.9	3.3
20.825	10.0	37.8	73.2	8.5	32.1	5.5	1.2	4.6
20.890	6.7	25.0	47.1	5.5	20.6	3.6	0.8	2.9
20.895	6.7	27.3	50.4	5.9	21.7	3.7	0.9	3.3
20.894	8.1	32.0	61.4	7.0	27.0	4.7	1.0	3.8
20.928	7.3	29.0	54.1	6.3	24.1	4.0	0.9	3.7
20.942	7.5	28.6	53.5	6.3	24.0	4.2	0.9	3.6
20.972	9.2	36.1	69.6	8.1	31.0	5.5	1.2	4.5
20.985	9.2	34.6	68.4	7.9	29.3	5.2	1.1	4.0
21.459	7.7	29.8	58.5	6.7	25.3	4.3	1.0	3.8
21.483	8.8	34.1	65.6	7.6	28.9	5.1	1.1	4.2
30.310	8.2	31.3	59.7	7.1	26.7	4.8	1.0	4.0
30.336	8.1	30.9	59.1	6.9	26.5	4.7	1.0	3.9
30.441	8.3	31.7	60.6	7.0	26.6	4.7	1.1	4.0
40.126	9.1	34.5	66.9	7.7	29.8	5.1	1.1	4.1
Ro-95-LE	7.7	29.6	57.1	6.7	25.8	4.6	1.0	3.6
Cartago	8.2	32.2	61.4	7.1	27.0	4.8	1.0	4.0
RA-005-800	8.7	35.1	64.8	7.4	28.6	4.9	1.1	4.3
RA-005-850	8.8	35.5	66.0	7.7	29.0	5.1	1.1	4.4
RA-005-900	8.8	35.1	64.8	7.6	29.1	4.9	1.1	4.3
RA-008-800	7.4	29.8	55.3	6.4	24.3	4.1	0.9	3.6
RA-008-850	7.7	31.7	58.6	6.8	26.3	4.4	0.9	3.9
RA-008-900	7.6	30.8	55.9	6.6	24.8	4.4	0.9	3.7
RA-009-800	6.9	28.1	52.4	6.1	23.1	4.1	0.8	3.5
RA-009-850	7.3	29.4	54.4	6.3	24.1	4.3	0.9	3.8
RA-009-900	7.4	30.2	55.3	6.5	24.8	4.2	0.9	3.6
RA-010-800	8.1	32.6	60.2	7.1	26.7	4.7	1.0	4.0
RA-010-850	8.5	34.4	63.1	7.4	28.1	4.9	1.0	4.3
RA-010-900	8.4	33.8	62.1	7.2	27.7	4.7	1.0	4.1
RA-005	10.1	36.4	68.1	8.1	30.3	5.3	1.1	5.3
RA-008	8.6	32.4	60.7	7.0	26.5	4.6	1.0	4.1
RA-009	7.8	30.2	56.1	6.6	25.2	4.3	0.9	3.9
RA-010	8.7	33.0	61.6	7.1	26.8	4.8	1.0	4.2

	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
2.021	0.8	3.8	0.8	2.0	0.3	1.9	0.3
2.536	1.0	4.8	1.0	2.6	0.4	2.6	0.4
3.134	0.6	2.9	0.6	1.5	0.2	1.4	0.2
3.134	0.6	3.0	0.6	1.7	0.3	1.6	0.2
3.238	0.7	3.4	0.7	1.8	0.3	1.8	0.3
3.275	0.6	3.1	0.6	1.6	0.3	1.6	0.2
3.286-2	0.6	3.1	0.7	1.7	0.3	1.6	0.2
3.305	0.9	4.3	0.9	2.3	0.3	2.1	0.3
3.497	0.8	4.0	0.8	2.1	0.3	2.2	0.3
3.530	0.5	2.9	0.6	1.6	0.2	1.5	0.2
4.024-2	0.6	3.2	0.7	1.7	0.3	1.7	0.2
4.055	0.5	2.4	0.5	1.3	0.2	1.2	0.2
4.102	0.6	3.0	0.6	1.6	0.3	1.6	0.2
4.164	0.8	3.7	0.8	2.0	0.3	2.1	0.3
4.201-50	0.6	3.1	0.7	1.7	0.3	1.6	0.2
4.233-1	0.7	3.3	0.7	1.8	0.3	1.7	0.2
4.264	0.6	2.9	0.6	1.6	0.2	1.6	0.2
4.278-1	0.6	3.2	0.7	1.8	0.3	1.7	0.2
4.278-3	0.6	3.1	0.6	1.6	0.3	1.7	0.2
4.719	0.6	2.9	0.6	1.6	0.2	1.6	0.2
4.897	0.7	3.3	0.7	1.8	0.3	1.9	0.3
4.898	0.8	4.4	0.9	2.3	0.4	2.3	0.3
4.909-71	0.8	3.9	0.8	2.1	0.3	2.2	0.3
4.909-86	0.7	3.8	0.8	2.0	0.3	2.0	0.3
4.909-87	0.8	4.3	0.9	2.2	0.3	2.2	0.3
6.226	0.8	3.7	0.8	1.9	0.3	1.9	0.3
6.375	1.0	5.0	1.0	2.7	0.4	2.5	0.4
6.721	0.8	4.2	0.9	2.3	0.3	2.3	0.3
6.765	0.8	3.9	0.8	2.2	0.3	2.1	0.3
6.768	1.2	5.8	1.2	3.1	0.5	3.0	0.4
6.770	1.0	4.8	1.0	2.5	0.4	2.5	0.4
6.771	0.8	4.0	0.8	2.2	0.3	2.1	0.3
6.785	1.0	4.9	1.0	2.6	0.4	2.4	0.3
6.795	0.8	4.0	0.8	2.2	0.3	2.0	0.3
6.829	0.7	3.6	0.8	1.9	0.3	1.9	0.3
13.001	0.6	2.7	0.6	1.3	0.2	1.3	0.2
20.030	0.8	4.4	0.9	2.4	0.4	2.3	0.3
20.211	0.6	3.2	0.7	1.8	0.3	1.9	0.3
40.673	0.9	4.1	0.9	2.3	0.4	2.3	0.3
40.702	0.9	4.5	0.9	2.3	0.4	2.2	0.3
40.730	0.9	4.3	0.9	2.3	0.3	2.3	0.3
40.786	0.5	2.5	0.5	1.4	0.2	1.4	0.2
40.806	1.0	5.3	1.1	2.9	0.4	2.7	0.4
41.080	0.6	2.9	0.6	1.5	0.2	1.5	0.2
41.130	0.7	3.5	0.7	1.9	0.3	1.8	0.3
41.210	0.5	2.8	0.6	1.5	0.2	1.5	0.2
41.211	0.8	3.9	0.8	2.1	0.3	1.8	0.3
A-1	0.6	3.3	0.7	1.7	0.3	1.7	0.2
A-2	0.4	2.2	0.5	1.2	0.2	1.2	0.2
A-3	0.6	3.1	0.6	1.7	0.3	1.7	0.2
A-4	0.9	4.5	0.9	2.4	0.4	2.3	0.3
A-5	0.7	3.0	0.7	1.6	0.3	1.7	0.3
A-6	0.9	4.4	0.9	2.3	0.4	2.2	0.3
A-7	0.5	3.0	0.6	1.6	0.2	1.5	0.2
A-8	0.7	3.7	0.8	2.1	0.3	2.0	0.3
A-9	0.4	2.1	0.5	1.1	0.2	1.2	0.2
A-10	1.7	8.2	1.5	3.3	0.5	3.0	0.4
A-11	0.9	4.7	1.0	2.6	0.4	2.5	0.4
A-12	0.3	1.9	0.4	1.0	0.2	1.0	0.2
A-13	0.6	3.2	0.7	1.7	0.3	1.7	0.2

	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
3.133-2	0.4	2.4	0.5	1.1	0.2	1.0	0.2
4.071	0.6	3.2	0.7	1.7	0.3	1.7	0.2
4.119	0.5	2.5	0.5	1.3	0.2	1.2	0.2
4.185-1	0.5	3.0	0.6	1.3	0.2	1.1	0.2
4.233-2	0.5	2.7	0.5	1.3	0.2	1.1	0.2
4.266-4	0.7	3.6	0.7	1.8	0.3	1.7	0.2
4.334	0.7	3.7	0.8	2.0	0.3	1.7	0.2
4.339-5	0.6	3.0	0.6	1.5	0.2	1.4	0.2
4.563-2	0.5	2.5	0.5	1.1	0.2	1.0	0.2
4.629	0.5	2.4	0.5	1.2	0.2	1.1	0.2
6.524	0.5	2.6	0.5	1.4	0.2	1.2	0.2
6.549	0.4	2.6	0.5	1.2	0.2	1.2	0.2
13.029	0.5	2.9	0.5	1.3	0.2	1.1	0.2
13.229	0.5	2.7	0.6	1.3	0.2	1.1	0.2
20.709	0.5	2.4	0.5	1.4	0.2	1.2	0.2
20.825	0.6	3.2	0.6	1.5	0.2	1.4	0.2
20.890	0.4	2.1	0.4	1.1	0.2	1.0	0.1
20.895	0.4	2.3	0.5	1.2	0.2	1.1	0.2
20.894	0.5	2.6	0.5	1.3	0.2	1.1	0.2
20.928	0.5	2.5	0.5	1.2	0.2	1.2	0.2
20.942	0.5	2.6	0.5	1.3	0.2	1.2	0.2
20.972	0.6	2.9	0.6	1.4	0.2	1.3	0.2
20.985	0.5	2.8	0.5	1.2	0.2	1.1	0.2
21.459	0.5	2.7	0.5	1.3	0.2	1.2	0.2
21.483	0.5	2.9	0.5	1.4	0.2	1.2	0.2
30.310	0.6	2.9	0.6	1.4	0.2	1.3	0.2
30.336	0.6	2.8	0.6	1.5	0.2	1.4	0.2
30.441	0.5	2.9	0.6	1.5	0.2	1.3	0.2
40.126	0.6	3.0	0.5	1.3	0.2	1.2	0.2
Ro-95-LE	0.5	2.9	0.6	1.5	0.2	1.3	0.2
Cartago	0.5	3.1	0.6	1.6	0.2	1.5	0.2
RA-005-800	0.6	3.1	0.6	1.6	0.2	1.6	0.2
RA-005-850	0.6	3.2	0.6	1.6	0.2	1.5	0.2
RA-005-900	0.6	3.2	0.6	1.5	0.2	1.4	0.2
RA-008-800	0.5	2.7	0.5	1.3	0.2	1.3	0.2
RA-008-850	0.5	3.2	0.6	1.4	0.2	1.2	0.2
RA-008-900	0.5	2.8	0.6	1.4	0.2	1.2	0.2
RA-009-800	0.5	2.4	0.5	1.2	0.2	1.1	0.2
RA-009-850	0.5	2.9	0.6	1.4	0.2	1.3	0.2
RA-009-900	0.5	2.6	0.5	1.3	0.2	1.2	0.2
RA-010-800	0.6	2.9	0.6	1.5	0.2	1.4	0.2
RA-010-850	0.6	3.1	0.6	1.5	0.2	1.5	0.2
RA-010-900	0.5	3.0	0.6	1.6	0.2	1.5	0.2
RA-005	0.6	3.4	0.7	1.9	0.3	1.8	0.3
RA-008	0.6	3.0	0.6	1.6	0.2	1.6	0.2
RA-009	0.5	2.9	0.6	1.6	0.2	1.5	0.2
RA-010	0.6	3.2	0.7	1.7	0.3	1.8	0.3

Datos estandarizados del contenido en metales

	Li	Rb	Cs	Be	Sr	Ba	Sc	V	Cr	Co	Ni
2.021	0.2	0.9	0.3	-0.3	-0.2	0.1	0.1	-0.8	-0.1	0.0	0.0
2.536	-0.7	-0.5	-0.7	0.8	-1.4	0.1	0.2	0.1	-0.3	-0.1	-0.8
3.134	-0.4	-0.5	-0.4	-0.5	0.2	0.2	-0.4	-0.0	-0.2	-0.5	0.3
3.134	-0.5	-0.5	-0.5	-0.3	-0.0	0.2	-0.3	-0.2	-0.1	-0.4	0.2
3.238	-0.2	0.4	-0.1	-0.8	-0.9	0.4	-0.6	-1.1	-1.2	0.0	0.0
3.275	-0.6	-0.2	-0.9	-0.5	-0.0	1.8	-0.6	-0.4	0.4	-0.4	0.7
3.286-2	-0.5	-0.3	-0.8	-0.4	0.0	0.9	-0.5	-0.6	-0.1	-0.2	0.2
3.305	-0.5	-0.2	0.5	0.6	-1.8	-0.3	0.0	0.4	0.7	0.3	0.0
3.497	0.0	-1.0	-0.1	1.1	-1.4	0.8	0.3	0.4	-0.0	1.1	0.8
3.530	-0.6	-0.2	-0.5	-0.7	1.3	-0.2	-0.6	-0.6	0.1	-0.5	0.1
4.024-2	-0.5	-0.1	-0.5	-0.3	1.8	0.4	-0.5	-0.6	-0.2	-0.5	0.0
4.055	-1.1	-1.5	-1.6	-1.7	0.0	0.2	-1.2	-1.3	-1.3	-1.1	-1.2
4.102	-0.4	-0.2	-0.6	-0.4	-0.2	0.1	-0.5	-0.2	0.3	-0.2	0.6
4.164	-0.6	-1.0	-0.5	0.4	-1.3	-0.1	0.3	0.5	-0.1	-0.2	-0.9
4.201-50	-0.4	-0.2	-0.8	-0.7	-0.3	1.2	-0.4	-0.7	-0.6	-0.3	0.1
4.233-1	-0.5	0.3	-0.2	-0.5	0.5	0.1	-0.7	-1.0	-0.7	-0.4	-0.7
4.264	-0.9	-0.4	-0.9	-0.9	0.7	3.6	-0.6	-0.5	0.3	-0.3	0.9
4.278-1	-0.5	0.2	-0.2	-0.4	0.8	0.8	-0.4	-0.3	0.8	-0.4	0.4
4.278-3	-0.7	-1.2	-1.5	-1.5	-1.5	1.1	0.9	1.2	0.6	0.6	-0.6
4.719	-0.6	-0.1	-0.4	-1.0	1.0	0.2	-0.5	-0.5	0.3	-0.5	-0.2
4.897	-0.3	-1.2	-0.5	0.8	-1.5	-0.6	0.8	0.5	0.0	0.1	-0.7
4.898	0.1	-0.3	-0.1	0.8	-0.5	0.1	0.5	0.6	0.2	0.7	0.3
4.909-71	-0.2	-0.8	-0.0	0.6	-1.4	-0.3	0.3	0.3	-0.3	0.4	0.1
4.909-86	0.5	0.3	1.2	2.2	-1.0	0.2	0.7	0.4	0.4	1.6	2.1
4.909-87	-0.5	-1.5	-0.2	2.1	-1.0	0.0	0.6	1.1	0.5	0.5	-0.0
6.226	0.1	-0.4	-0.4	1.3	-1.0	2.6	1.0	2.6	1.7	1.1	0.6
6.375	0.2	-0.2	0.1	1.1	-0.9	2.0	1.1	0.7	0.4	2.2	0.1
6.721	-0.1	1.0	0.4	0.9	-0.1	1.0	0.6	0.7	0.2	1.4	0.7
6.765	-0.0	-0.1	-0.6	0.2	0.4	0.6	0.4	0.2	-0.2	0.5	0.1
6.768	0.3	-0.6	-0.5	1.4	-0.7	0.6	1.7	0.8	0.7	0.5	-0.0
6.770	0.2	0.1	1.1	2.0	-0.4	0.3	1.9	1.9	1.2	1.4	0.8
6.771	-0.1	-0.8	-0.8	0.4	-0.3	0.4	0.1	0.2	-0.1	0.4	-0.1
6.785	0.3	0.9	1.2	1.5	-0.1	0.7	1.8	1.8	1.1	1.5	0.6
6.795	0.1	0.2	-0.0	0.4	-1.1	-0.8	5.6	4.4	6.7	3.8	2.5
6.829	-0.4	-0.2	-0.8	-0.3	1.0	0.8	-0.4	-0.6	-0.8	0.4	-0.1
13.001	-0.6	-0.2	-0.8	-0.1	-0.0	1.5	-0.7	-0.4	-0.7	-0.5	-0.5
20.030	1.3	-0.8	-1.2	0.6	-0.6	1.1	1.9	1.8	0.4	1.3	1.3
20.211	-0.6	-0.7	-0.2	0.2	-1.1	1.3	0.4	0.2	0.2	-0.4	-0.6
40.673	-0.3	-1.0	-0.4	0.7	-0.8	0.3	0.6	0.9	0.1	0.4	-0.4
40.702	1.1	0.1	0.8	1.8	-0.5	-0.5	1.2	1.9	1.0	1.3	0.3
40.730	-0.3	-0.9	-0.5	0.1	-0.8	0.3	0.6	0.9	0.1	0.1	-0.7
40.786	-1.0	-1.9	-2.0	-1.3	0.2	0.9	0.7	-0.5	-1.2	-0.3	-1.9
40.806	0.4	-0.7	0.5	1.8	-0.7	0.5	1.6	1.6	2.2	2.5	2.7
41.080	-0.3	-0.2	3.9	-0.5	0.7	-0.6	-0.7	-0.5	-0.3	-0.2	-0.3
41.130	-0.5	-2.1	-1.2	-0.5	-1.9	-1.1	-1.1	-0.6	0.4	-0.3	0.4
41.210	-0.7	-0.7	-0.8	-1.0	0.5	-0.8	-0.9	-0.9	-0.3	-0.9	-0.4
41.211	-0.1	-0.0	0.3	0.3	-0.8	0.2	0.4	0.7	-0.1	0.2	-0.5
A-1	0.7	0.5	0.3	0.1	1.3	-1.3	0.2	0.7	0.1	-0.3	0.5
A-2	-1.0	-1.1	-1.1	-1.4	0.7	-1.2	-1.2	-1.4	-1.3	-0.9	-0.1
A-3	-0.2	0.2	0.0	-0.1	1.3	-1.2	-0.0	0.2	0.3	-0.5	-0.0
A-4	2.2	4.0	2.9	2.4	-1.2	0.2	2.1	1.1	3.4	1.9	5.1
A-5	2.5	3.1	2.5	1.7	-1.5	-0.2	0.8	0.3	-1.1	-0.4	-0.7
A-6	2.6	4.6	4.0	1.8	-1.1	0.2	2.3	1.5	2.3	0.8	3.4
A-7	-0.4	-0.1	-0.1	-0.5	0.9	-1.2	-0.5	-0.1	-0.1	-1.0	-0.3
A-8	0.8	1.9	1.7	0.9	0.4	-0.9	1.0	0.8	0.2	1.5	1.0
A-9	-0.7	-1.7	-1.3	-1.6	-2.3	-1.8	-1.9	-1.4	-0.5	-1.0	-0.1
A-10	7.9	1.7	1.4	2.8	3.2	-1.1	1.8	1.4	-0.1	5.4	2.7
A-11	1.4	2.5	2.9	2.7	-1.8	-0.8	1.2	2.4	0.5	2.0	1.3
A-12	-0.6	-2.3	-1.7	-2.6	-2.4	-2.0	-2.4	-2.5	-1.6	-1.4	-1.2
A-13	-0.1	0.1	0.2	0.0	0.8	-1.3	-0.2	0.5	0.4	-0.1	0.4

	Li	Rb	Cs	Be	Sr	Ba	Sc	V	Cr	Co	Ni
3.133-2	-0.7	-0.8	-0.7	-1.3	-0.5	0.3	-1.4	-1.5	-0.9	-0.9	-1.0
4.071	0.2	0.2	0.1	0.5	0.7	-0.6	-0.5	-0.9	-0.8	-0.3	-0.6
4.119	-0.2	0.2	0.1	-0.8	0.1	0.7	-0.5	-0.3	-0.1	-0.6	-0.2
4.185-1	-0.3	-0.4	-0.8	-0.4	-0.5	0.1	-0.9	-1.2	-1.1	-0.5	-0.9
4.233-2	0.1	0.4	0.0	-0.0	-0.9	0.7	-0.6	-1.1	-0.9	0.1	-0.3
4.266-4	0.1	0.7	0.3	0.2	0.0	0.4	0.3	-0.4	-0.4	-0.2	-0.6
4.334	0.2	0.6	0.4	0.1	-1.0	0.6	0.3	-0.3	0.9	0.5	2.2
4.339-5	0.3	0.5	3.0	0.5	-0.3	-0.2	-0.1	-0.8	0.0	-0.7	-0.0
4.563-2	0.8	1.2	0.9	-0.3	-1.0	0.7	-0.3	-0.7	-0.8	0.1	-0.2
4.629	-0.5	-0.4	-0.3	-1.4	0.6	0.5	-0.8	-1.1	-1.1	-0.7	-1.1
6.524	-0.1	0.1	-0.2	-0.5	0.7	1.1	-0.6	-0.7	-0.9	-0.5	-0.7
6.549	-0.1	0.2	-0.2	-0.1	0.5	0.4	-0.4	-0.7	-0.7	-0.5	-0.8
13.029	0.2	0.4	-0.1	0.1	-0.9	0.4	-0.1	-0.8	-0.9	-0.4	-0.6
13.229	-0.1	0.3	-0.1	-0.7	-0.3	-0.4	-0.2	-0.7	-1.0	-0.3	-0.9
20.709	-0.7	-0.3	-0.5	-0.6	0.6	0.8	-1.0	-1.1	-0.5	-0.8	-0.5
20.825	0.3	0.9	0.2	0.2	-0.6	0.0	0.3	-0.8	-0.3	-0.2	-0.3
20.890	-0.9	-0.4	-0.4	-1.9	0.4	1.6	-1.2	-1.0	-0.4	-1.0	-0.6
20.895	-0.8	-0.4	-0.5	-1.1	0.7	1.5	-1.0	-1.0	-0.5	-0.9	-0.7
20.894	-0.3	0.0	-0.3	-1.0	0.1	0.2	-0.4	-0.7	-0.7	-0.4	-0.5
20.928	-0.4	-0.1	-0.3	-1.0	0.9	0.0	-0.7	-0.4	-0.3	-0.7	-0.5
20.942	-0.1	-0.1	-0.3	-0.6	1.1	0.4	-0.9	-0.9	-0.2	-0.7	-0.6
20.972	-0.0	0.6	0.1	0.4	0.3	1.5	0.2	-0.3	-0.4	-0.3	-0.7
20.985	0.3	0.7	0.1	-0.3	-0.8	0.7	-0.1	-0.7	-0.6	-0.3	-0.4
21.459	-0.2	0.0	-0.3	-1.1	-0.6	-0.1	-0.8	-1.0	-1.1	-0.5	-1.2
21.483	0.2	0.5	0.1	0.0	-0.4	0.1	-0.2	-0.9	-0.8	-0.4	-0.7
30.310	-0.2	0.2	-0.1	-0.3	0.6	0.7	-0.6	-0.5	0.0	-0.6	-0.9
30.336	-0.0	0.2	0.3	0.1	0.6	0.4	-0.7	-0.5	-0.4	-0.6	-0.8
30.441	-0.3	0.2	-0.1	-0.5	0.4	0.7	-0.5	-0.6	-0.4	-0.7	-0.6
40.126	0.1	0.4	0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.5	-0.4	-0.2	-0.4
Ro-95-LE	-0.3	0.0	-0.2	-0.6	0.7	-0.8	-0.9	-0.7	-0.6	-0.7	-1.0
Cartago	-0.4	-1.2	-0.6	-0.4	0.1	-1.3	0.1	0.0	-0.2	-0.5	-1.1
RA-005-800	-0.0	0.2	0.2	0.6	1.0	-1.4	0.1	0.7	0.4	-0.2	-0.1
RA-005-850	0.0	0.2	0.3	0.4	1.0	-1.4	0.1	0.7	0.5	-0.3	-0.1
RA-005-900	0.1	0.3	0.4	0.5	1.1	-1.4	0.2	0.9	0.6	-0.4	-0.0
RA-008-800	-0.4	-0.2	-0.2	-0.6	1.0	-1.4	-0.5	-0.0	0.0	-0.9	-0.5
RA-008-850	-0.3	-0.1	-0.1	-1.0	1.1	-1.4	-0.3	0.2	0.2	-0.8	-0.3
RA-008-900	-0.3	-0.0	-0.1	0.1	1.1	-1.3	-0.4	0.2	0.2	-0.8	-0.3
RA-009-800	-0.4	-0.3	-0.3	-0.7	1.1	-1.3	-0.8	-0.4	-0.5	-0.5	0.2
RA-009-850	-0.3	-0.2	-0.2	-0.4	1.3	-1.3	-0.5	-0.2	-0.3	-0.6	0.1
RA-009-900	-0.3	-0.2	-0.2	-0.5	1.3	-1.3	-0.6	-0.2	-0.3	-0.5	0.3
RA-010-800	0.5	0.1	0.1	-0.7	1.0	-1.3	-0.2	0.3	-0.1	-0.4	-0.3
RA-010-850	0.8	0.2	0.2	-0.1	1.1	-1.2	0.0	0.5	0.2	-0.3	-0.1
RA-010-900	0.7	0.2	0.2	0.0	1.1	-1.3	-0.0	0.5	0.1	-0.4	-0.1
RA-005	0.0	0.5	0.4	0.6	1.0	-1.2	0.2	0.6	0.4	-0.2	0.2
RA-008	-0.3	0.1	0.0	-0.2	0.9	-1.3	-0.2	0.4	0.3	-0.8	-0.5
RA-009	-0.2	-0.1	-0.2	-0.8	1.4	-1.2	-0.5	-0.1	-0.1	-0.4	1.0
RA-010	0.6	0.2	0.2	-0.1	0.9	-1.1	0.0	0.5	0.1	-0.4	-0.2

	Cu	Zn	Ga	Y	Nb	Ta	Zr	Hf	Mo	Sn	Tl
2.021	0.1	-0.1	0.1	0.7	-0.2	-0.6	-0.2	0.1	-0.4	0.3	-0.2
2.536	-0.1	0.1	1.1	1.9	2.8	1.6	2.7	2.7	-0.5	0.8	-0.1
3.134	0.4	0.1	0.0	-0.6	-0.4	-1.2	-0.5	-0.4	-0.3	0.6	-0.2
3.134	0.5	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-1.0	0.2	0.3	-0.3	-0.3	-0.2
3.238	0.3	-0.2	-0.8	0.2	-1.0	-1.6	0.3	0.2	-0.7	-0.3	-0.0
3.275	-0.2	-0.0	-0.5	-0.1	-0.8	-1.3	-0.5	-0.4	1.1	-0.3	-0.3
3.286-2	-0.1	0.0	-0.7	-0.1	-0.9	-1.5	-0.4	-0.3	0.3	-0.4	-0.3
3.305	-0.7	-0.3	0.3	1.2	-0.1	-0.7	1.0	0.9	-0.4	0.4	0.4
3.497	1.0	0.1	1.0	0.7	1.6	0.6	1.6	1.6	-0.2	1.1	0.1
3.530	-0.8	-0.1	-0.8	-0.3	-0.9	-1.4	-0.4	-0.4	0.4	-0.6	-0.2
4.024-2	-0.7	-0.1	-0.6	0.1	-0.5	-0.8	-0.1	-0.1	0.1	-0.4	-0.2
4.055	-1.1	-0.4	-1.6	-1.0	-1.6	-2.2	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	-0.5
4.102	0.2	0.2	-0.5	-0.2	-0.8	-1.2	-0.2	-0.2	0.5	-0.2	-0.2
4.164	0.3	-0.1	1.5	0.1	1.7	0.7	1.9	1.9	-0.4	0.7	-0.1
4.201-50	0.0	-0.2	-0.5	-0.1	-0.7	-1.3	-0.5	-0.4	-0.2	-0.5	-0.1
4.233-1	-0.6	-0.1	-0.7	0.2	-0.5	-1.1	-0.4	-0.3	-1.0	-0.6	-0.3
4.264	-0.5	-0.0	-0.9	-0.3	-0.8	-1.4	-0.6	-0.5	0.6	4.8	0.0
4.278-1	1.8	0.0	-0.4	0.2	-0.6	-1.1	-0.3	-0.2	0.1	-0.3	-0.1
4.278-3	0.9	0.1	-0.1	-0.4	0.2	-0.6	0.4	0.5	-1.0	-0.3	-0.3
4.719	-0.8	-0.1	-0.8	-0.2	-0.8	-1.3	0.1	-0.2	-0.1	-0.6	-0.2
4.897	0.2	-0.1	1.7	-0.4	1.2	0.4	1.4	1.5	-0.4	0.7	-0.2
4.898	0.8	0.1	1.0	1.4	1.4	0.4	1.6	1.5	-0.0	0.5	0.1
4.909-71	1.1	0.0	1.2	0.6	1.4	0.5	1.8	1.8	-0.5	0.6	0.4
4.909-86	2.1	0.3	0.9	0.4	0.4	-0.2	0.9	0.9	-0.7	1.2	0.3
4.909-87	1.4	0.2	1.5	0.9	3.2	2.1	2.5	2.4	-0.5	0.8	-0.1
6.226	1.1	0.3	1.5	0.3	0.8	0.1	0.5	0.8	0.0	1.3	0.0
6.375	0.7	0.1	1.5	1.9	2.1	1.2	2.2	2.2	0.6	1.0	0.2
6.721	1.6	0.3	0.7	1.4	0.2	-0.4	0.6	0.8	-0.5	0.5	0.2
6.765	1.2	0.1	0.4	1.2	0.7	0.3	1.0	0.8	-0.2	0.0	-0.1
6.768	0.6	0.3	1.8	3.1	3.2	2.4	2.9	2.9	1.2	1.2	0.1
6.770	0.3	0.3	2.7	1.5	2.4	1.6	2.0	2.1	-0.2	1.5	0.1
6.771	0.5	0.1	0.8	0.6	0.8	0.1	1.0	1.2	-0.4	0.5	-0.0
6.785	0.9	0.1	2.0	2.0	1.3	0.8	1.2	1.1	-0.2	1.1	0.3
6.795	1.0	0.1	1.2	1.0	-0.5	-0.9	0.3	0.4	-0.9	-0.2	-0.1
6.829	0.5	0.1	-0.6	0.7	-0.0	-0.7	0.3	0.2	-0.6	-0.4	-0.2
13.001	-0.1	-0.1	-0.6	-0.9	-0.6	-1.3	-1.1	-1.0	-0.9	-0.2	-0.2
20.030	1.8	0.8	0.5	1.5	0.7	-0.1	2.3	1.7	-0.0	-0.1	-0.4
20.211	0.6	0.2	1.0	-0.2	0.9	0.1	1.2	1.4	-0.4	0.5	0.0
40.673	0.7	0.1	1.6	0.7	1.7	0.8	1.5	1.6	-0.4	1.0	-0.1
40.702	0.8	0.0	2.0	1.1	1.2	0.6	0.9	1.0	0.3	1.3	0.3
40.730	0.4	0.2	1.3	0.8	1.6	0.8	1.6	1.8	-0.3	0.8	-0.1
40.786	-1.6	-0.4	0.6	-1.0	-2.7	-3.0	-1.9	-1.6	-1.1	-1.5	-0.6
40.806	1.5	0.2	1.7	2.8	0.9	0.3	0.5	0.7	2.5	1.9	0.6
41.080	-0.0	10.0	-0.9	-0.3	-0.9	-1.4	-0.5	-0.5	-0.7	-0.7	9.6
41.130	0.9	0.1	-0.8	0.1	-0.6	-1.2	0.1	0.3	0.3	-0.3	0.2
41.210	-0.0	0.1	-1.0	-0.4	-0.9	-1.4	-0.4	-0.5	-1.0	-0.8	-0.2
41.211	0.0	0.1	0.9	0.4	1.1	0.3	0.1	0.3	-0.4	0.5	0.7
A-1	0.0	-0.1	-0.1	0.3	-0.0	0.5	0.7	0.4	4.1	-0.1	-0.1
A-2	-1.2	-0.5	-1.7	-1.3	-1.4	0.2	-0.4	-0.7	-0.8	-1.2	-0.5
A-3	-0.6	-0.3	-0.3	-0.0	-0.3	-0.2	0.2	0.1	-0.9	-0.2	-0.1
A-4	1.6	0.1	1.7	1.5	0.2	0.6	-0.5	-0.2	-0.5	3.2	1.2
A-5	1.3	-0.2	1.3	-0.6	-0.4	-0.4	-0.2	0.1	-1.4	2.1	0.8
A-6	2.3	0.2	2.1	1.2	0.4	1.3	-0.8	-0.7	-0.4	3.6	1.4
A-7	-0.6	-0.3	-0.5	-0.2	-0.1	1.6	0.6	0.2	-0.4	-0.5	-0.2
A-8	1.5	-0.1	1.0	0.6	0.4	0.7	1.0	0.7	-0.5	0.3	0.3
A-9	-1.6	-0.5	-1.4	-1.5	-2.2	-2.7	-1.0	-0.9	-0.9	-1.1	-0.3
A-10	2.0	-0.1	2.4	3.7	0.1	-0.3	0.8	1.1	1.9	1.3	1.1
A-11	5.0	0.3	1.8	1.9	-0.0	-0.5	1.0	1.2	0.0	2.0	1.1
A-12	-1.5	-0.6	-2.4	-1.8	-2.8	-3.4	-1.6	-1.4	-0.4	-1.4	-0.6
A-13	-0.4	-0.2	-0.3	0.2	-0.3	-0.6	0.4	0.3	2.1	-0.3	-0.1

	Cu	Zn	Ga	Y	Nb	Ta	Zr	Hf	Mo	Sn	Tl
3.133-2	-1.0	-0.2	-1.4	-1.2	-0.8	-0.3	-1.0	-1.0	-0.6	-1.2	-0.3
4.071	-0.7	-0.3	-0.5	0.2	-0.5	0.7	0.0	-0.1	-0.3	-0.7	-0.2
4.119	-0.8	-0.2	-0.6	-0.8	-0.1	0.3	-0.8	-0.9	-0.1	-0.6	-0.1
4.185-1	-0.3	-0.2	-1.1	-1.0	-0.5	-0.1	-0.8	-1.0	-0.7	-0.8	-0.3
4.233-2	1.0	-0.0	-0.5	-0.8	-0.8	-0.1	-0.9	-1.0	-0.7	-0.5	-0.0
4.266-4	-0.2	-0.3	0.1	0.3	0.2	1.2	-0.0	0.0	-0.7	-0.0	-0.4
4.334	-0.0	-0.2	0.1	0.4	0.6	1.6	-0.5	-0.6	-0.9	0.4	-0.6
4.339-5	-0.3	-0.1	-0.1	-0.3	-0.2	0.6	-0.6	-0.7	-0.2	-0.2	-0.3
4.563-2	-0.3	-0.2	0.0	-1.2	-0.4	0.6	-1.4	-1.4	-0.9	0.5	0.0
4.629	-0.9	-0.3	-1.0	-1.2	-0.8	-0.5	-1.0	-1.0	-0.5	-0.7	-0.3
6.524	-0.6	-0.2	-0.6	-0.9	-0.3	0.3	-0.8	-0.7	-0.5	-0.7	-0.2
6.549	-0.7	-0.3	-0.5	-1.1	-0.5	-0.0	-1.0	-0.9	-0.5	-0.7	-0.2
13.029	-0.7	-0.3	-0.4	-0.9	-0.5	-0.1	-1.0	-0.9	-0.6	-0.5	-0.1
13.229	-0.8	-0.3	-0.5	-1.0	-0.5	-0.0	-0.9	-0.9	-0.4	-0.4	-0.1
20.709	-0.8	-0.3	-1.2	-0.9	-0.7	0.2	-0.9	-1.0	-0.1	-0.9	-0.3
20.825	-0.5	-0.2	0.1	-0.4	-0.1	0.6	-0.7	-0.5	-0.6	-0.1	-0.2
20.890	-1.1	-0.4	-1.0	-1.4	-0.6	0.9	-0.9	-0.9	-0.4	-1.0	-0.4
20.895	-1.0	-0.4	-1.0	-1.3	-0.7	-0.2	-1.0	-1.0	-0.2	-1.1	-0.4
20.894	-1.0	-0.3	-0.6	-0.9	-0.5	-0.0	-0.9	-1.1	-0.0	-0.7	-0.2
20.928	-0.7	-0.3	-0.9	-1.0	-0.4	0.1	-1.0	-1.0	0.1	-0.8	-0.2
20.942	-0.8	-0.2	-0.9	-0.8	-0.4	0.5	-0.8	-0.8	-0.5	-0.7	-0.3
20.972	-0.7	-0.2	-0.1	-0.5	-0.1	0.7	-0.8	-0.6	-0.3	-0.5	-0.1
20.985	-0.7	-0.2	-0.1	-1.1	-0.4	0.3	-1.1	-0.9	-0.3	-0.4	-0.1
21.459	-0.9	-0.3	-0.9	-0.9	-0.3	0.3	-0.8	-0.9	-0.8	-0.8	-0.2
21.483	-0.9	-0.2	-0.3	-0.8	-0.6	-0.1	-1.0	-1.0	-0.2	-0.5	-0.2
30.310	-1.0	-0.1	-0.6	-0.5	-0.1	0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.3	-0.2
30.336	-1.0	-0.1	-0.5	-0.3	-0.0	0.8	-0.5	-0.7	-0.5	-0.6	-0.1
30.441	-1.1	-0.2	-0.7	-0.5	-0.1	0.4	-0.6	-0.6	-0.5	-0.6	-0.1
40.126	-0.7	-0.1	-0.2	-0.8	-0.2	0.4	-0.9	-0.7	-0.3	0.0	-0.1
Ro-95-LE	-1.0	-0.3	-0.8	-0.3	-0.1	0.8	-0.6	-0.7	-0.7	-0.9	-0.2
Cartago	-0.1	-0.2	-0.3	-0.2	0.5	1.0	0.4	0.2	-0.7	-0.4	-0.7
RA-005-800	-0.2	-0.2	-0.1	0.0	0.4	0.9	-0.1	-0.0	1.8	-0.1	-0.1
RA-005-850	-0.3	-0.2	0.0	0.1	0.5	1.1	-0.2	-0.1	1.7	-0.0	-0.3
RA-005-900	0.1	-0.1	0.0	-0.0	0.5	0.9	-0.3	-0.5	1.8	-0.2	-0.3
RA-008-800	-0.6	-0.3	-0.7	-0.8	-0.3	0.2	-0.6	-0.8	0.1	-0.6	-0.2
RA-008-850	-0.5	-0.1	-0.5	-0.6	-0.0	0.4	-0.6	-0.7	0.0	-0.4	-0.4
RA-008-900	-0.5	-0.3	-0.5	-0.7	-0.0	0.4	-0.7	-0.8	0.2	-0.4	-0.3
RA-009-800	-0.7	-0.3	-0.9	-0.9	-0.5	-0.1	-0.8	-0.9	0.1	-0.9	-0.2
RA-009-850	-0.6	-0.3	-0.8	-0.7	-0.3	0.3	-0.8	-0.9	0.3	-0.9	-0.4
RA-009-900	-0.6	-0.3	-0.8	-0.8	-0.4	-0.1	-0.8	-1.0	0.3	-0.6	-0.3
RA-010-800	-0.4	-0.2	-0.4	-0.4	0.0	0.5	-0.3	-0.5	3.0	-0.4	-0.2
RA-010-850	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	0.2	0.7	-0.3	-0.5	3.0	-0.4	-0.6
RA-010-900	-0.3	-0.2	-0.3	-0.1	0.2	0.7	-0.2	-0.3	3.1	-0.3	-0.5
RA-005	-0.2	-0.2	0.1	0.3	-0.0	0.5	0.6	0.7	1.4	0.3	-0.0
RA-008	-0.5	-0.3	-0.4	-0.1	-0.2	0.1	0.2	0.0	1.5	-0.5	-0.2
RA-009	-0.5	-0.2	-0.7	-0.3	-0.5	-0.0	0.2	-0.1	0.4	-0.5	-0.1
RA-010	-0.3	-0.2	-0.2	0.3	-0.0	0.6	0.8	0.3	1.8	-0.5	-0.2

	Pb	U	Th	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb
2.021	-0.1	-0.0	0.6	0.8	0.7	0.8	0.8	0.6	0.5	0.8	0.6
2.536	-0.0	-0.1	1.9	2.5	2.4	2.4	2.2	2.0	1.7	2.2	2.0
3.134	-0.1	-0.4	0.0	-0.2	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3
3.134	-0.1	-0.5	-0.0	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2
3.238	-0.1	-0.8	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.0	0.0	0.1
3.275	-0.1	-0.0	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2	-0.3	-0.0	-0.3	-0.1
3.286-2	-0.1	-0.2	-0.3	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.3	-0.3	-0.2
3.305	-0.1	-0.9	0.7	0.5	0.4	0.8	1.0	1.3	1.2	1.2	1.3
3.497	-0.1	-1.0	1.3	1.1	1.1	1.2	1.1	1.0	0.9	1.1	1.0
3.530	-0.1	0.2	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5
4.024-2	0.1	1.4	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1
4.055	-0.2	-1.2	-1.3	-1.5	-1.4	-1.4	-1.4	-1.3	-0.9	-1.1	-1.0
4.102	-0.1	-0.4	-0.4	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4
4.164	-0.0	-0.6	1.6	1.4	1.2	1.2	0.9	0.7	0.5	0.8	0.6
4.201-50	-0.1	-0.5	-0.0	-0.4	-0.2	-0.2	-0.3	-0.2	-0.0	-0.1	0.0
4.233-1	-0.1	-0.3	1.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.0	0.1	0.1
4.264	-0.0	0.0	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.0	-0.5	-0.4
4.278-1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1
4.278-3	-0.1	-1.6	-0.1	-0.8	-0.3	-0.5	-0.6	-0.4	0.1	-0.2	-0.2
4.719	-0.1	-0.0	-0.5	-0.5	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3
4.897	-0.0	-0.6	1.3	1.0	0.7	0.6	0.4	0.0	-0.1	0.4	0.1
4.898	-0.1	-0.0	1.0	1.4	1.3	1.3	1.3	1.0	1.0	1.2	1.1
4.909-71	-0.0	-0.5	1.4	1.3	1.4	1.3	1.0	0.9	0.8	1.1	0.9
4.909-86	-0.0	-1.0	1.3	0.4	1.1	0.7	0.6	0.6	0.4	0.9	0.5
4.909-87	-0.1	-0.7	1.2	1.3	0.8	1.5	1.4	1.3	0.9	1.0	1.1
6.226	-0.1	-0.4	0.8	0.4	0.9	0.6	0.5	0.5	0.9	0.7	0.6
6.375	-0.0	0.6	1.7	2.1	2.4	2.2	2.2	1.9	2.1	2.1	2.0
6.721	-0.0	-0.6	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	0.8	1.1	1.0	1.1
6.765	-0.1	0.1	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.5	0.6	0.6	0.7
6.768	-0.0	-0.1	2.1	2.6	2.4	3.0	2.9	2.8	2.6	2.6	2.7
6.770	0.0	0.3	2.7	2.9	3.1	2.6	2.5	2.1	1.9	2.3	1.7
6.771	-0.1	-0.4	1.1	1.0	0.9	1.1	0.9	0.8	0.8	0.9	0.7
6.785	-0.1	0.6	1.7	2.6	2.4	2.3	2.4	2.0	1.9	2.1	1.7
6.795	-0.1	-1.9	-0.4	-0.5	-0.1	-0.3	-0.1	0.2	0.8	0.3	0.6
6.829	-0.1	-1.2	0.0	-0.2	-0.1	-0.0	-0.1	0.2	0.4	0.4	0.2
13.001	-0.1	-0.9	-0.2	-0.5	-0.3	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4
20.030	-0.2	-1.3	-1.2	-0.8	-0.5	-0.4	-0.1	0.3	1.3	0.3	0.9
20.211	-0.0	-0.4	1.1	0.6	0.4	0.2	-0.1	-0.4	-0.1	0.1	-0.1
40.673	-0.0	0.1	1.7	2.1	1.9	1.8	1.7	1.3	1.0	1.4	1.2
40.702	-0.0	0.1	1.7	2.1	2.0	1.9	1.8	1.5	1.2	1.4	1.3
40.730	-0.0	-0.1	1.6	1.7	1.7	1.7	1.5	1.3	1.1	1.3	1.2
40.786	-0.2	-1.2	-1.6	-1.8	-1.1	-1.4	-1.3	-1.0	-0.1	-1.0	-0.9
40.806	-0.1	-0.6	1.6	1.6	1.8	1.7	1.8	1.7	1.7	2.0	2.0
41.080	10.2	-1.3	-0.8	-0.9	-0.8	-0.9	-0.8	-0.7	-0.7	-0.6	-0.4
41.130	0.2	-1.7	-0.4	-0.4	-1.3	-0.0	0.0	0.2	0.1	-0.3	0.3
41.210	-0.1	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5
41.211	-0.0	-0.7	1.0	1.7	1.6	1.5	1.5	1.1	1.1	1.3	0.9
A-1	-0.1	2.7	-0.3	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.1	-0.1
A-2	-0.2	-0.2	-1.6	-1.9	-1.8	-1.8	-1.9	-1.5	-1.4	-1.5	-1.3
A-3	-0.1	0.5	-0.4	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.5	-0.2	-0.2
A-4	0.1	2.1	2.4	0.8	1.0	1.1	1.1	1.2	0.6	1.1	1.2
A-5	0.0	1.0	2.0	1.1	1.1	1.1	1.1	0.8	0.2	0.8	0.2
A-6	0.1	1.4	2.7	0.9	1.1	1.2	1.1	1.2	0.4	1.1	1.2
A-7	-0.1	0.6	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5
A-8	-0.1	0.7	0.5	0.9	0.9	0.6	0.6	0.5	0.3	0.7	0.5
A-9	-0.1	-2.0	-1.2	-2.0	-2.3	-1.9	-1.9	-1.5	-1.6	-1.6	-1.3
A-10	-0.0	0.2	-0.0	-0.2	0.4	1.6	2.9	5.2	5.9	4.2	5.4
A-11	0.0	1.3	0.9	0.8	1.0	1.1	1.3	1.0	1.0	1.2	1.2
A-12	-0.2	-2.1	-1.7	-2.6	-2.7	-2.4	-2.4	-1.9	-1.9	-2.1	-1.7
A-13	-0.1	1.0	-0.3	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.2	-0.1

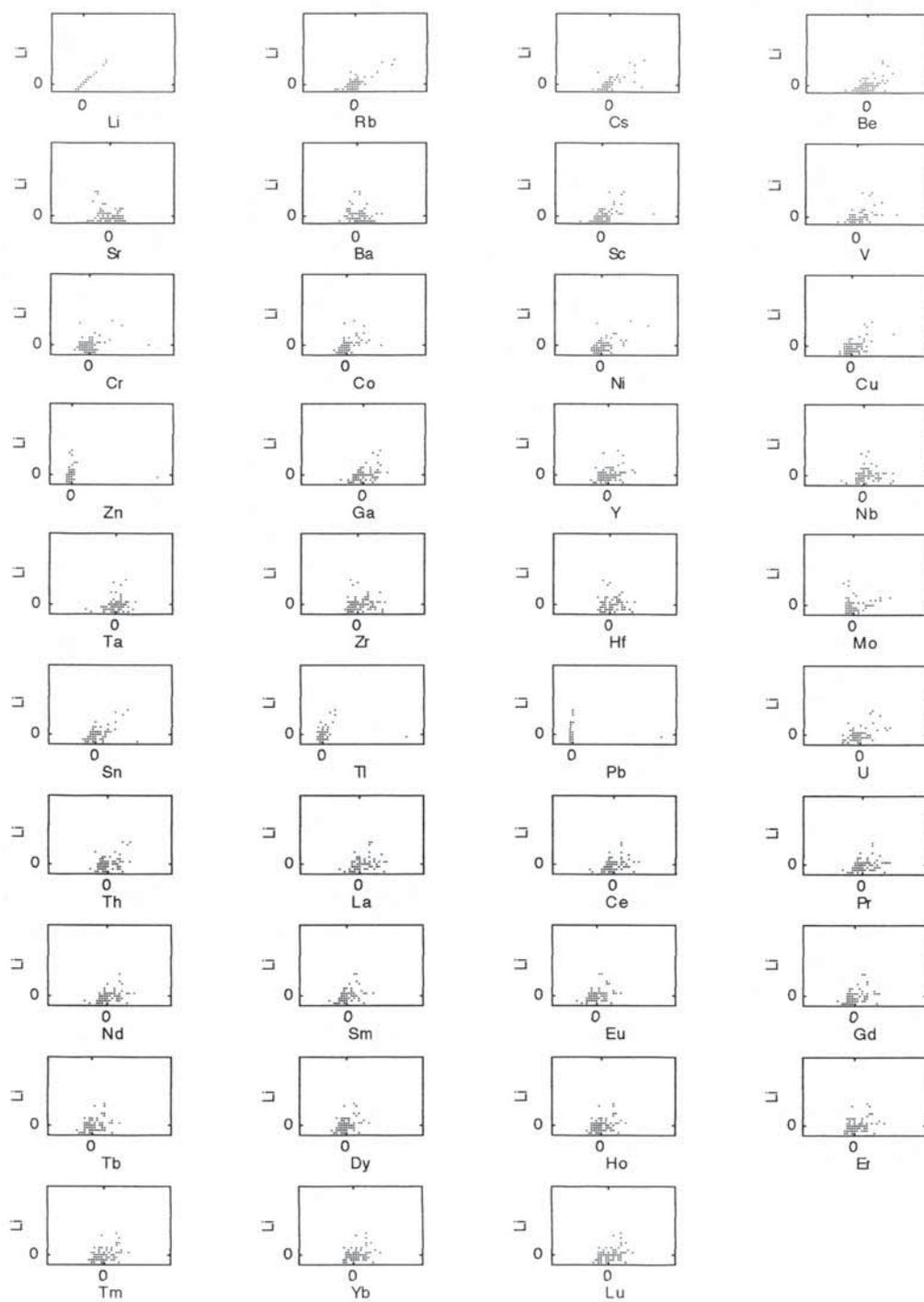
	Pb	U	Th	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb
3.133-2	-0.2	-0.5	-0.9	-1.3	-1.1	-1.1	-1.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0
4.071	-0.1	0.1	-0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6	-0.4
4.119	-0.1	-0.3	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8	-0.7	-0.8	-0.7	-1.0	-0.9
4.185-1	-0.2	-0.6	-0.7	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8	-0.7	-0.7
4.233-2	-0.1	-0.6	-0.8	-0.8	-0.7	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.8	-0.8
4.266-4	-0.1	0.0	0.1	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.1
4.334	-0.1	-0.5	0.1	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1
4.339-5	-0.1	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.4	-0.3
4.563-2	-0.0	-0.8	-0.1	-0.3	-0.1	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.6	-0.8
4.629	-0.1	-0.4	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.8	-0.7	-0.9	-0.8
6.524	-0.1	-0.0	-0.6	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.7	-0.7	-0.9
6.549	-0.1	-0.1	-0.6	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6	-1.0
13.029	-0.2	-0.7	-0.4	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.4	-0.4	-0.5
13.229	-0.1	-0.5	-0.4	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.5	-0.5	-0.7
20.709	-0.2	-0.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-1.0	-0.9	-1.1	-0.8
20.825	-0.2	-0.5	0.0	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	-0.1	-0.3
20.890	-0.1	-0.1	-1.1	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-1.5	-1.3
20.895	-0.2	-0.2	-1.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.1	-1.2	-0.9	-1.2	-1.3
20.894	-0.2	-0.5	-0.6	-0.4	-0.4	-0.5	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	-0.8
20.928	-0.1	0.2	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.9	-0.7	-0.8	-0.8
20.942	-0.1	0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.9	-0.7
20.972	-0.1	-0.3	-0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-0.1	-0.4
20.985	-0.2	-0.6	-0.3	-0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.5	-0.6
21.459	-0.2	-0.8	-0.8	-0.7	-0.5	-0.6	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6
21.483	-0.2	-0.4	-0.4	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.4	-0.6
30.310	-0.1	-0.0	-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.5	-0.4	-0.5	-0.6	-0.4
30.336	-0.1	-0.0	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4
30.441	-0.1	0.1	-0.5	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.3	-0.5	-0.6
40.126	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4	-0.5	-0.4
Ro-95-LE	-0.2	0.1	-0.8	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.7	-0.9	-0.7
Cartago	-0.0	0.1	-0.6	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5
RA-005-800	-0.1	1.0	-0.4	0.0	-0.2	-0.3	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2
RA-005-850	-0.1	1.1	-0.4	0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1
RA-005-900	-0.1	1.0	-0.4	0.0	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4
RA-008-800	-0.1	1.0	-0.9	-0.7	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.6
RA-008-850	-0.1	1.2	-0.8	-0.4	-0.5	-0.6	-0.5	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6
RA-008-900	-0.1	1.1	-0.8	-0.5	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.7	-0.8	-0.6
RA-009-800	-0.1	0.3	-1.1	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-1.0	-1.0	-0.9
RA-009-850	-0.1	0.5	-0.9	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.7
RA-009-900	-0.1	0.5	-0.9	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8	-0.9	-0.8	-0.9
RA-010-800	-0.1	3.0	-0.6	-0.3	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.6	-0.6	-0.4
RA-010-850	-0.1	3.3	-0.5	-0.1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.5	-0.3	-0.3
RA-010-900	-0.1	3.2	-0.5	-0.2	-0.3	-0.4	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4	-0.5
RA-005	-0.1	0.8	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	-0.0	-0.1	0.5	0.0
RA-008	-0.1	1.2	-0.5	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3
RA-009	-0.1	0.9	-0.7	-0.6	-0.7	-0.7	-0.6	-0.7	-0.8	-0.7	-0.5
RA-010	-0.1	1.9	-0.4	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4	-0.4	-0.5	-0.4	-0.2

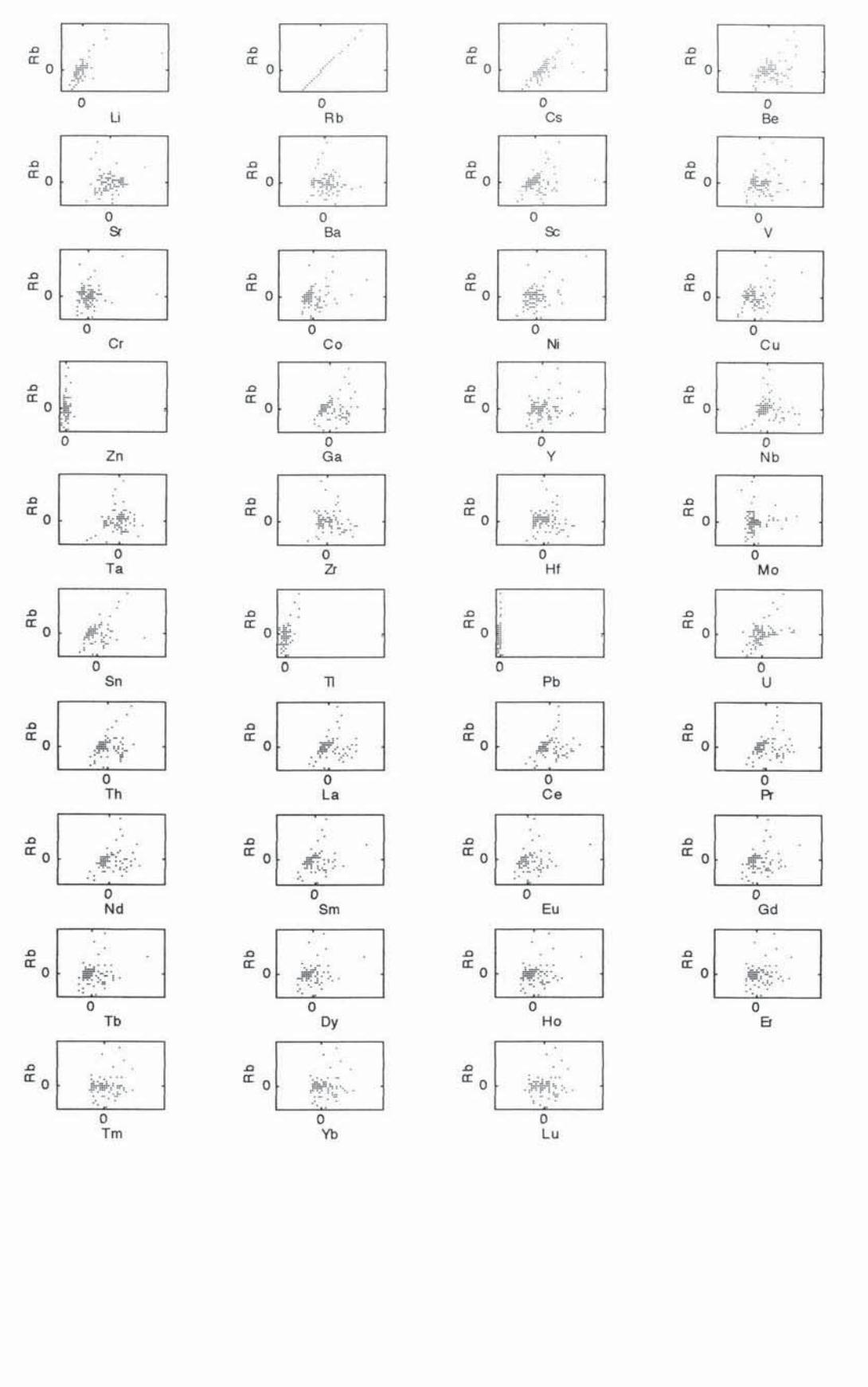
	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
2.021	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5	0.7
2.536	1.7	1.9	2.0	2.0	2.1	2.0
3.134	-0.5	-0.4	-0.5	-0.4	-0.5	-0.4
3.134	-0.4	-0.3	-0.1	0.0	-0.0	-0.1
3.238	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.4
3.275	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1
3.286-2	-0.2	-0.2	-0.1	0.0	-0.0	0.1
3.305	1.1	1.3	1.2	1.1	1.0	1.1
3.497	0.8	0.8	0.8	1.0	1.1	1.1
3.530	-0.5	-0.5	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3
4.024-2	-0.1	-0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
4.055	-1.0	-1.1	-0.9	-0.8	-0.9	-1.0
4.102	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	0.2
4.164	0.4	0.5	0.6	0.7	1.0	1.0
4.201-50	-0.2	-0.1	-0.1	0.2	-0.0	-0.1
4.233-1	-0.0	0.1	0.2	0.2	0.1	-0.1
4.264	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.3
4.278-1	-0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1
4.278-3	-0.3	-0.2	-0.2	0.0	0.0	-0.1
4.719	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3	-0.1	-0.3
4.897	-0.1	0.0	0.1	0.4	0.5	0.5
4.898	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4	1.3
4.909-71	0.7	0.8	0.9	1.1	1.1	1.1
4.909-86	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8
4.909-87	1.1	1.1	1.0	1.0	1.3	1.3
6.226	0.5	0.5	0.3	0.6	0.5	0.5
6.375	1.9	1.9	2.2	2.1	1.9	2.2
6.721	1.0	1.3	1.2	1.1	1.3	1.3
6.765	0.6	0.9	1.0	1.1	1.0	1.1
6.768	2.8	2.9	3.0	2.9	2.9	2.9
6.770	1.7	1.7	1.7	1.8	1.9	1.9
6.771	0.7	0.7	1.0	1.1	1.0	1.0
6.785	1.8	1.8	1.8	1.8	1.6	1.7
6.795	0.8	0.9	1.0	0.9	0.8	0.8
6.829	0.4	0.5	0.4	0.6	0.5	0.5
13.001	-0.7	-0.7	-0.9	-0.8	-0.8	-0.9
20.030	1.2	1.3	1.4	1.4	1.3	1.4
20.211	-0.1	-0.0	0.2	0.4	0.5	0.5
40.673	0.9	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4
40.702	1.3	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3
40.730	1.1	1.1	1.3	1.1	1.4	1.3
40.786	-0.9	-0.8	-0.7	-0.5	-0.5	-0.4
40.806	2.2	2.3	2.5	2.3	2.3	2.3
41.080	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3
41.130	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
41.210	-0.6	-0.5	-0.6	-0.5	-0.4	-0.4
41.211	0.6	0.5	0.7	0.4	0.3	0.5
A-1	-0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.2
A-2	-1.3	-1.2	-1.2	-1.1	-1.0	-1.2
A-3	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	0.0	-0.1
A-4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.3	1.3
A-5	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	0.2	0.4
A-6	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3
A-7	-0.4	-0.4	-0.2	-0.3	-0.3	-0.1
A-8	0.5	0.6	0.8	0.7	0.8	1.0
A-9	-1.4	-1.3	-1.3	-1.1	-1.0	-1.0
A-10	5.5	4.6	3.4	2.8	2.8	2.5
A-11	1.6	1.8	1.8	2.0	1.8	2.0
A-12	-1.6	-1.6	-1.5	-1.5	-1.4	-1.3
A-13	-0.1	0.0	-0.0	0.2	0.2	0.2

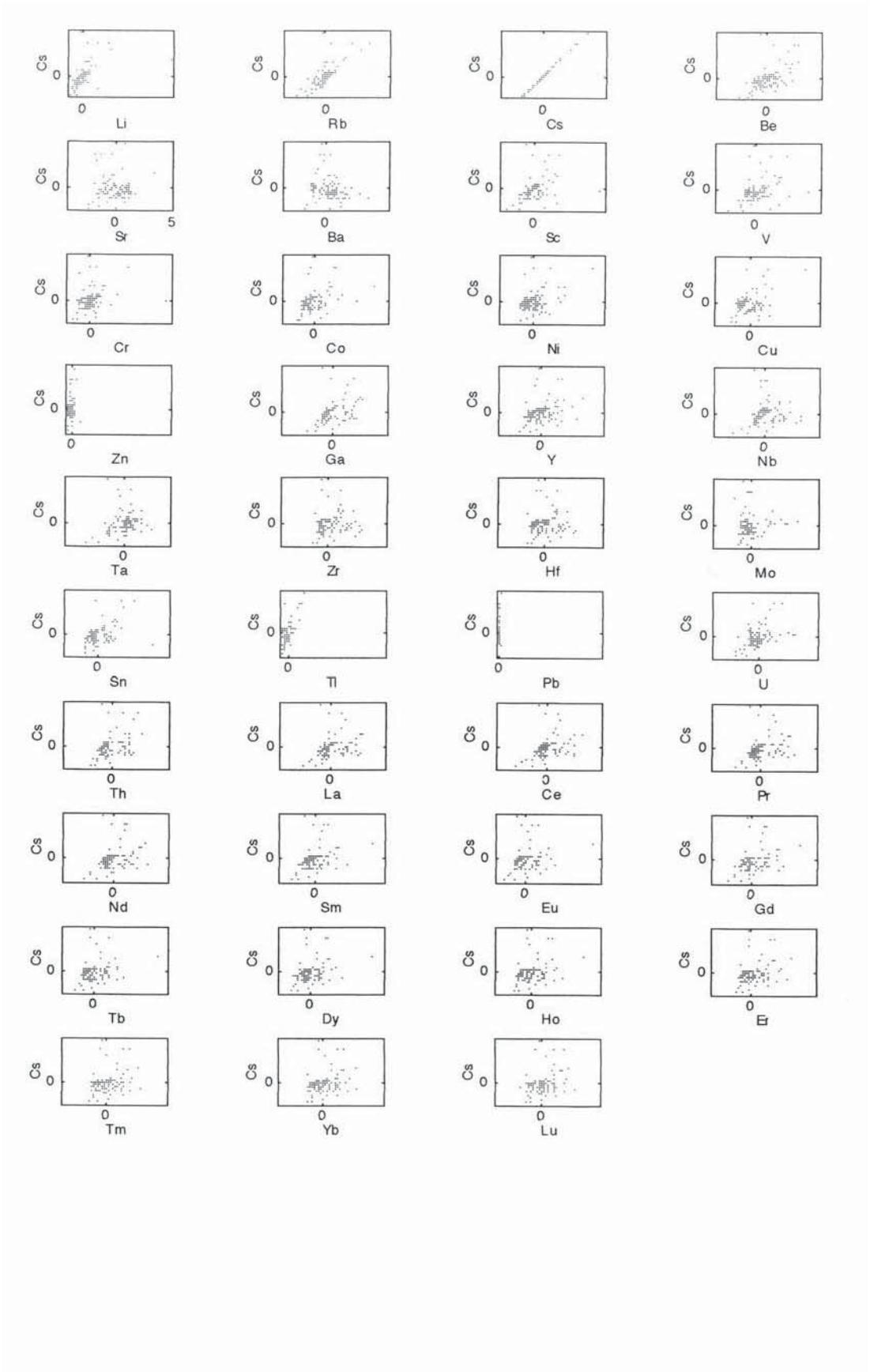
	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
3.133-2	-1.0	-1.1	-1.2	-1.3	-1.3	-1.3
4.071	-0.1	-0.0	0.0	0.1	0.1	-0.1
4.119	-0.9	-1.0	-0.9	-1.0	-0.9	-0.8
4.185-1	-0.4	-0.6	-0.9	-1.0	-1.2	-1.3
4.233-2	-0.8	-0.9	-1.0	-1.3	-1.2	-1.1
4.266-4	0.3	0.1	0.1	-0.0	0.0	-0.1
4.334	0.4	0.4	0.5	0.1	0.1	-0.1
4.339-5	-0.4	-0.3	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6
4.563-2	-0.9	-1.1	-1.2	-1.1	-1.3	-1.3
4.629	-1.0	-1.1	-1.2	-1.1	-1.1	-0.8
6.524	-0.8	-0.9	-0.8	-1.0	-1.0	-0.9
6.549	-0.8	-0.9	-1.1	-1.0	-1.0	-0.9
13.029	-0.5	-0.7	-0.9	-1.0	-1.1	-1.3
13.229	-0.7	-0.7	-0.9	-1.1	-1.1	-1.1
20.709	-1.0	-1.0	-0.8	-1.0	-0.9	-0.8
20.825	-0.2	-0.5	-0.5	-0.4	-0.6	-0.6
20.890	-1.3	-1.3	-1.3	-1.4	-1.4	-1.7
20.895	-1.2	-1.2	-1.2	-1.4	-1.3	-1.1
20.894	-0.8	-1.0	-0.9	-1.1	-1.1	-1.1
20.928	-0.9	-1.0	-1.1	-1.0	-1.0	-1.1
20.942	-0.8	-0.7	-0.9	-0.8	-0.9	-1.1
20.972	-0.4	-0.5	-0.7	-0.6	-0.7	-0.8
20.985	-0.6	-0.9	-1.0	-1.1	-1.2	-1.3
21.459	-0.7	-0.7	-0.9	-0.6	-0.9	-1.1
21.483	-0.4	-0.7	-0.8	-1.0	-1.0	-0.9
30.310	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8
30.336	-0.5	-0.4	-0.6	-0.7	-0.6	-0.6
30.441	-0.5	-0.6	-0.4	-0.8	-0.8	-0.8
40.126	-0.4	-0.7	-0.8	-1.0	-1.0	-1.1
Ro-95-LE	-0.5	-0.6	-0.5	-0.6	-0.8	-0.8
Cartago	-0.2	-0.4	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3
RA-005-800	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.3
RA-005-850	-0.2	-0.2	-0.2	-0.4	-0.4	-0.3
RA-005-900	-0.1	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3
RA-008-800	-0.7	-0.8	-0.9	-0.7	-0.7	-0.9
RA-008-850	-0.1	-0.6	-0.8	-1.0	-1.0	-0.8
RA-008-900	-0.6	-0.7	-0.7	-0.8	-0.9	-0.9
RA-009-800	-1.0	-1.0	-1.0	-1.1	-1.2	-1.1
RA-009-850	-0.5	-0.6	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
RA-009-900	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-1.0	-0.9
RA-010-800	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.5	-0.6
RA-010-850	-0.3	-0.3	-0.5	-0.3	-0.3	-0.3
RA-010-900	-0.3	-0.2	-0.3	-0.6	-0.4	-0.3
RA-005	0.1	0.2	0.4	0.3	0.4	0.4
RA-008	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3
RA-009	-0.5	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3
RA-010	-0.1	-0.0	-0.1	0.3	0.3	0.4

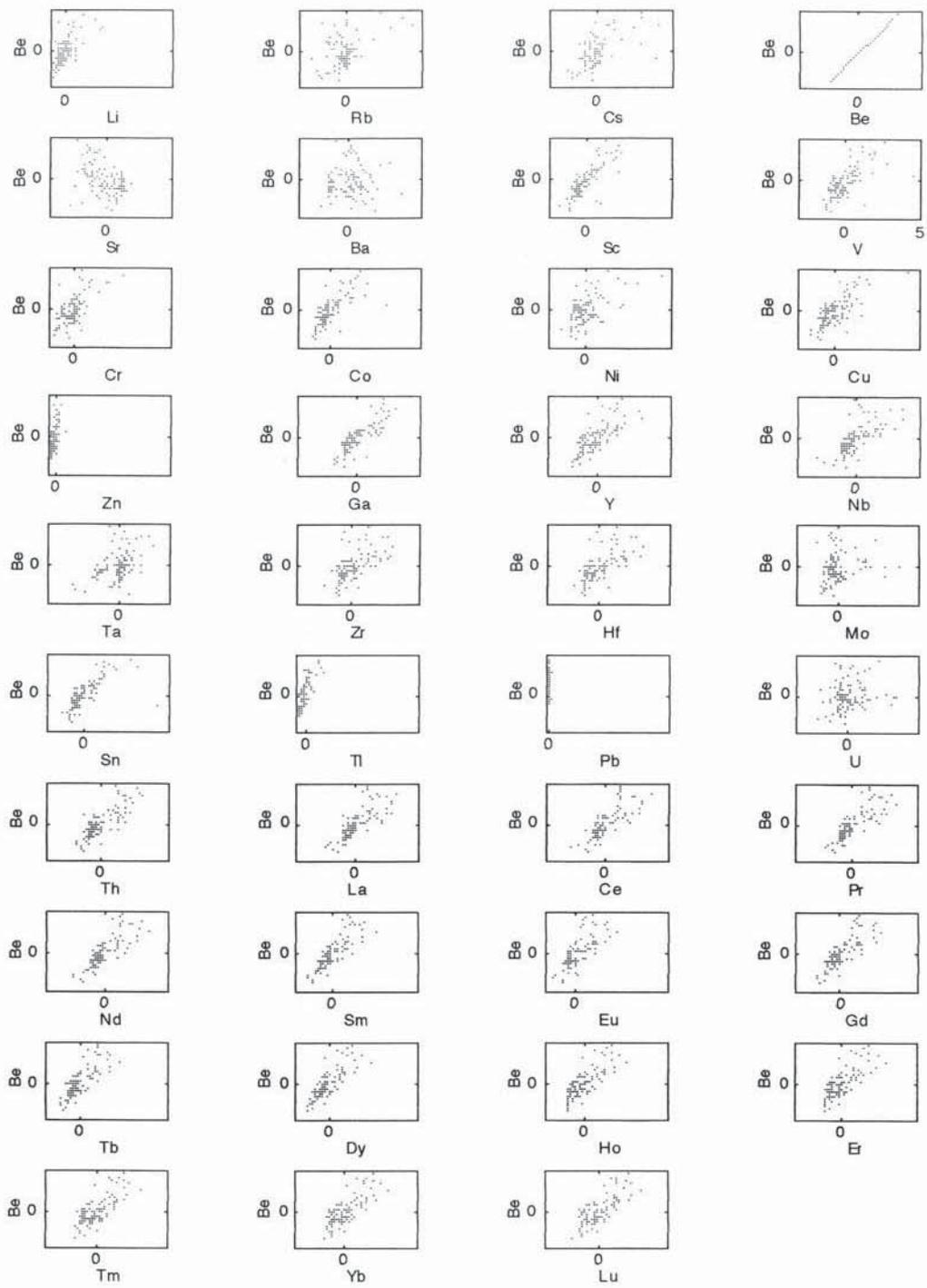
APENDICE 2

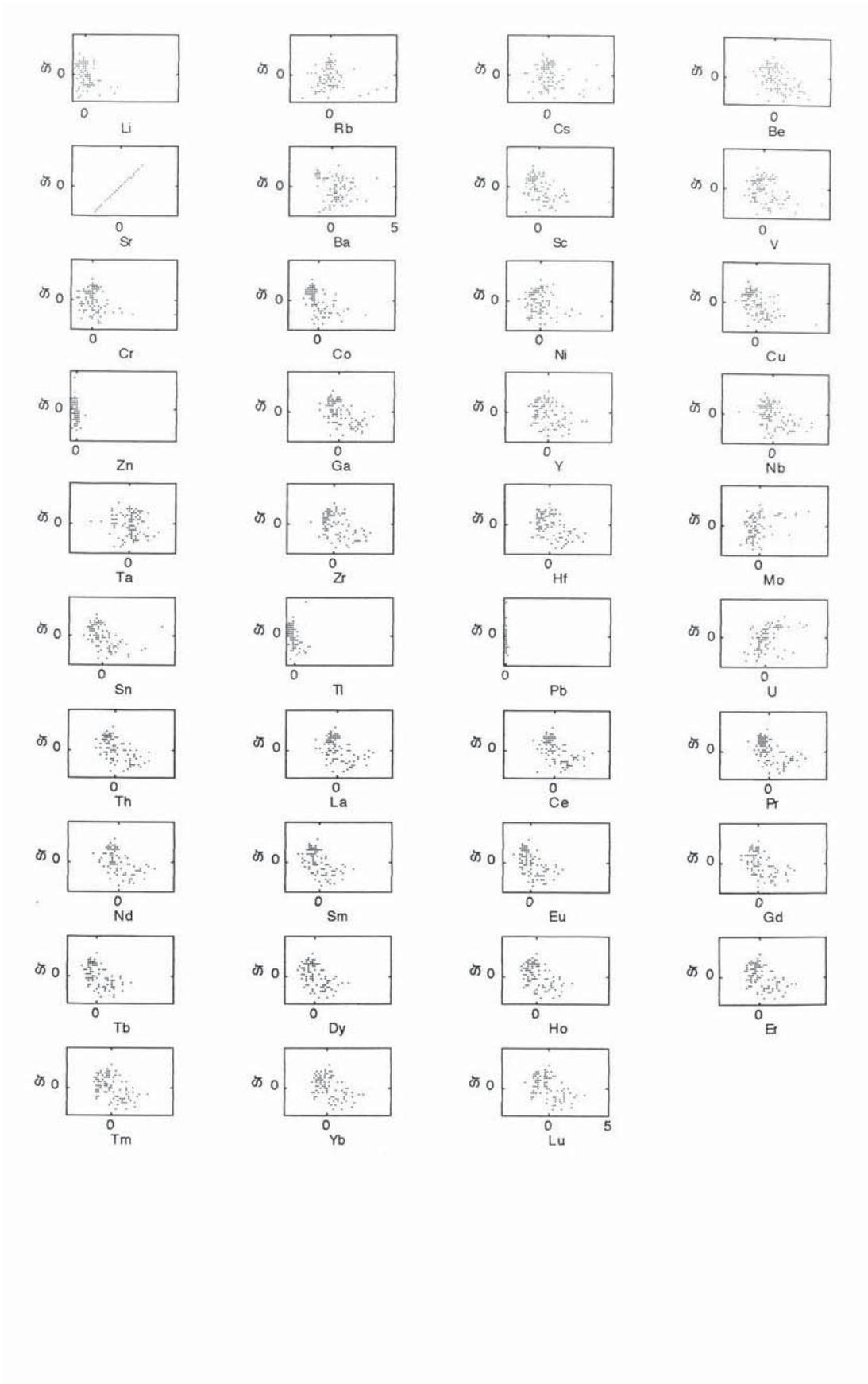
DIAGRAMAS DE DISPERSION DE ELEMENTOS TRAZA

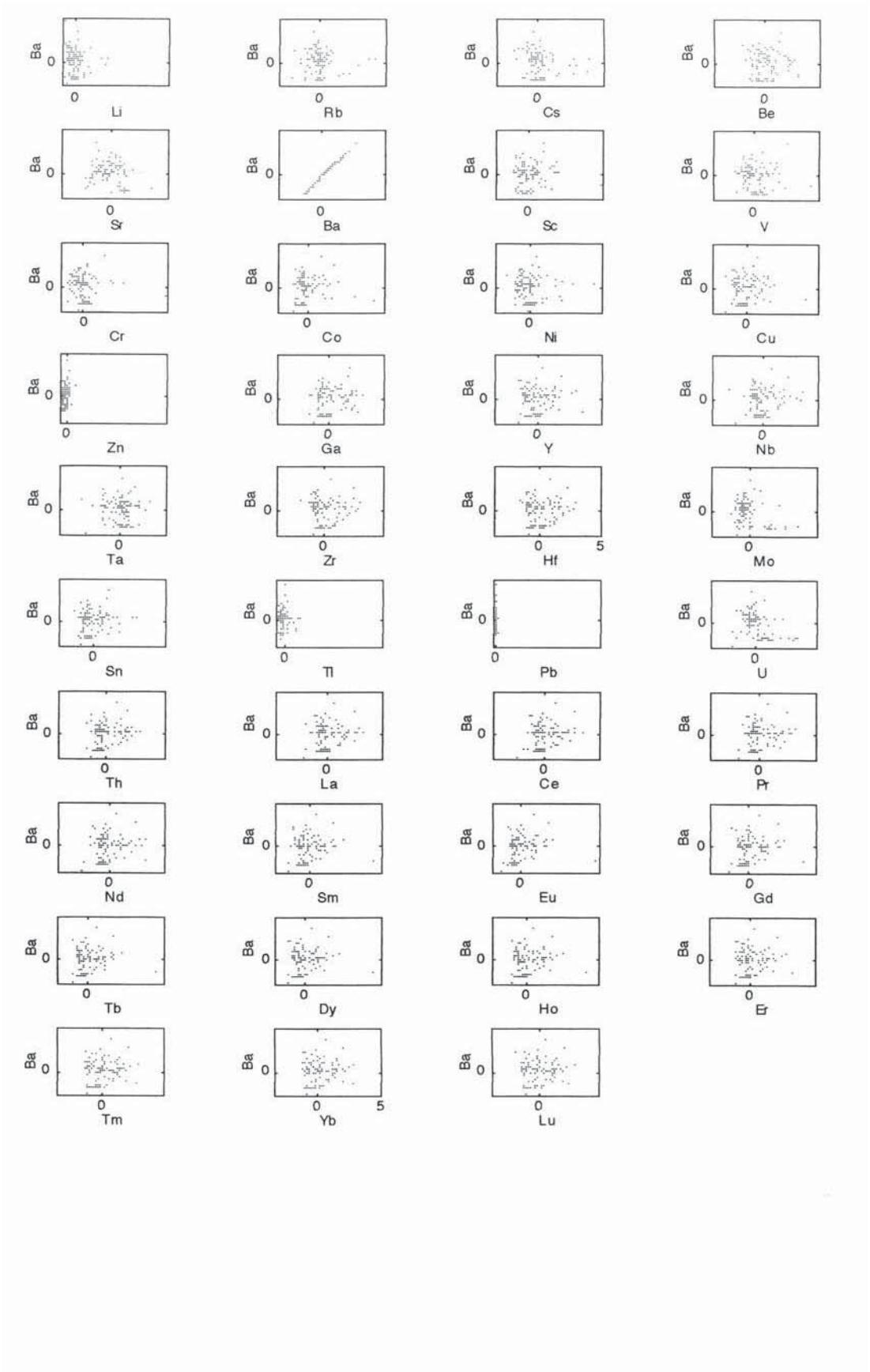


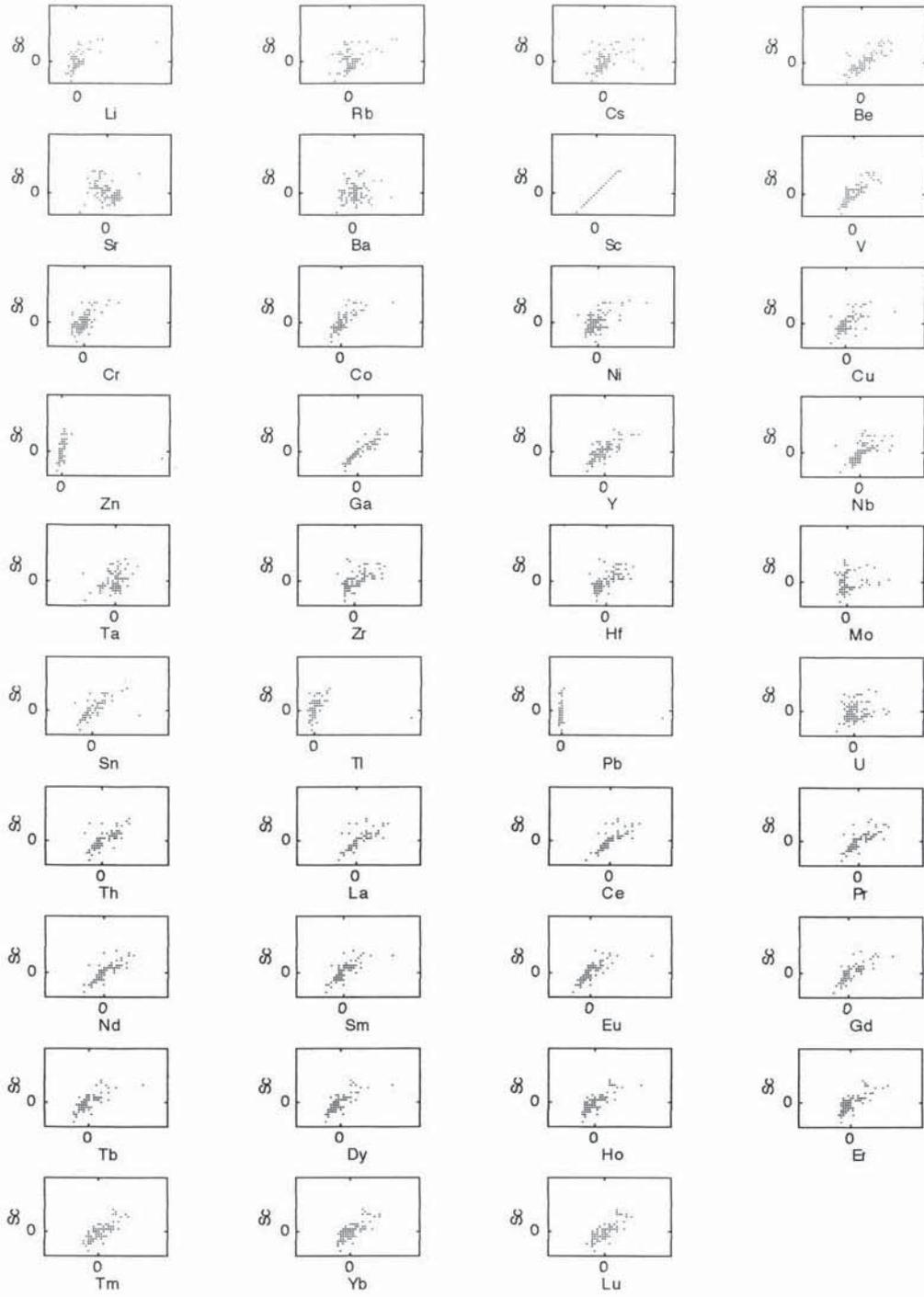


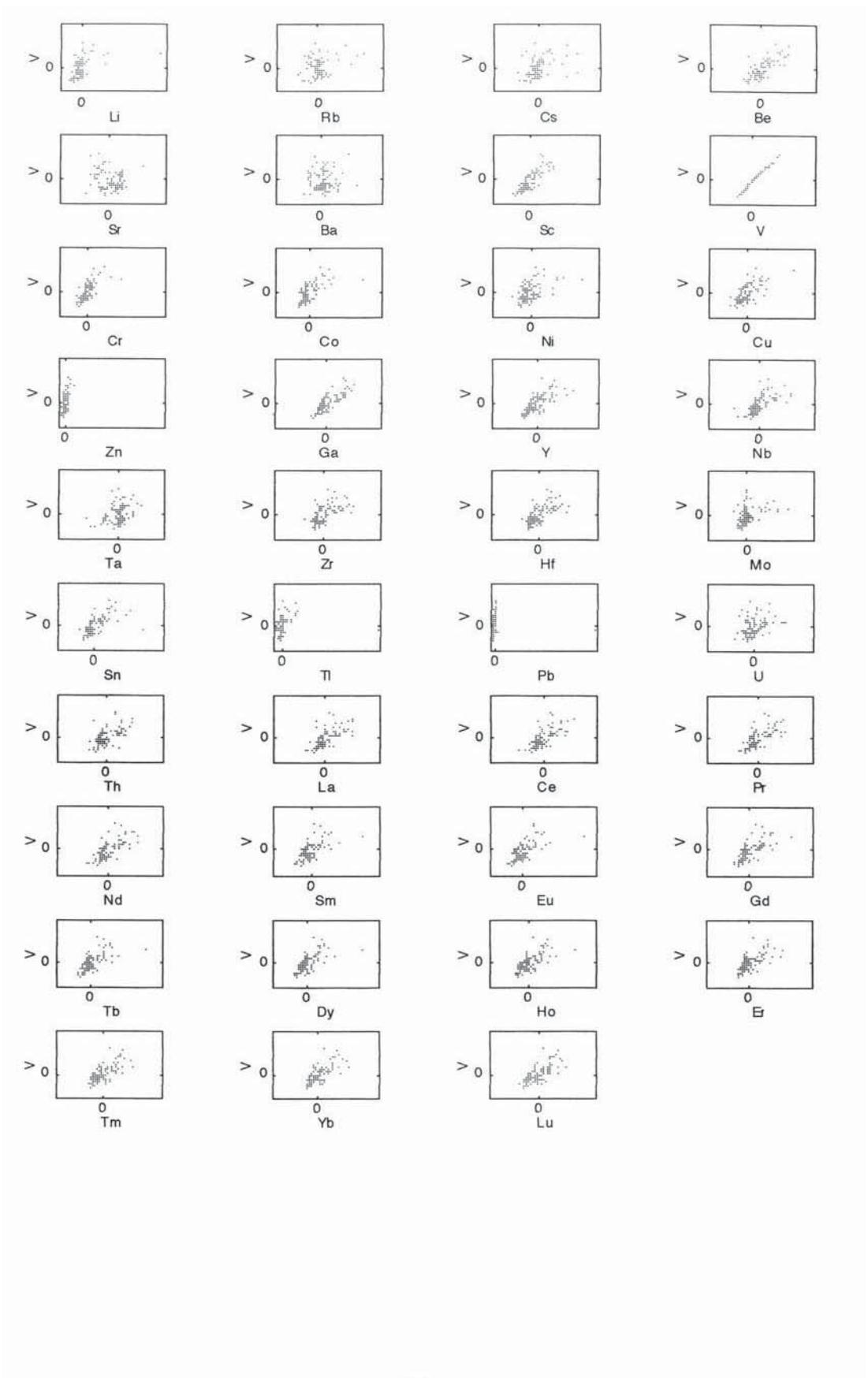


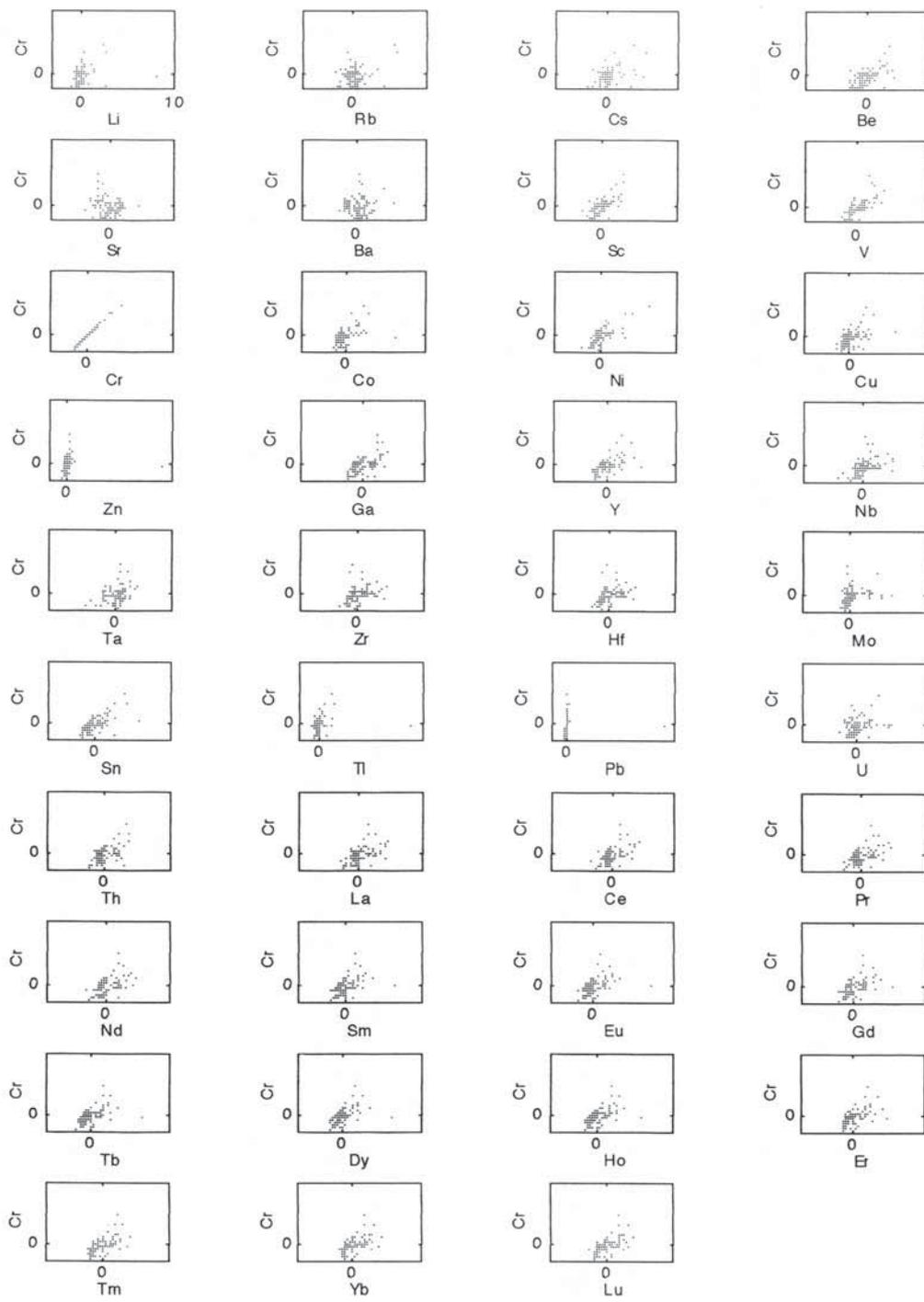


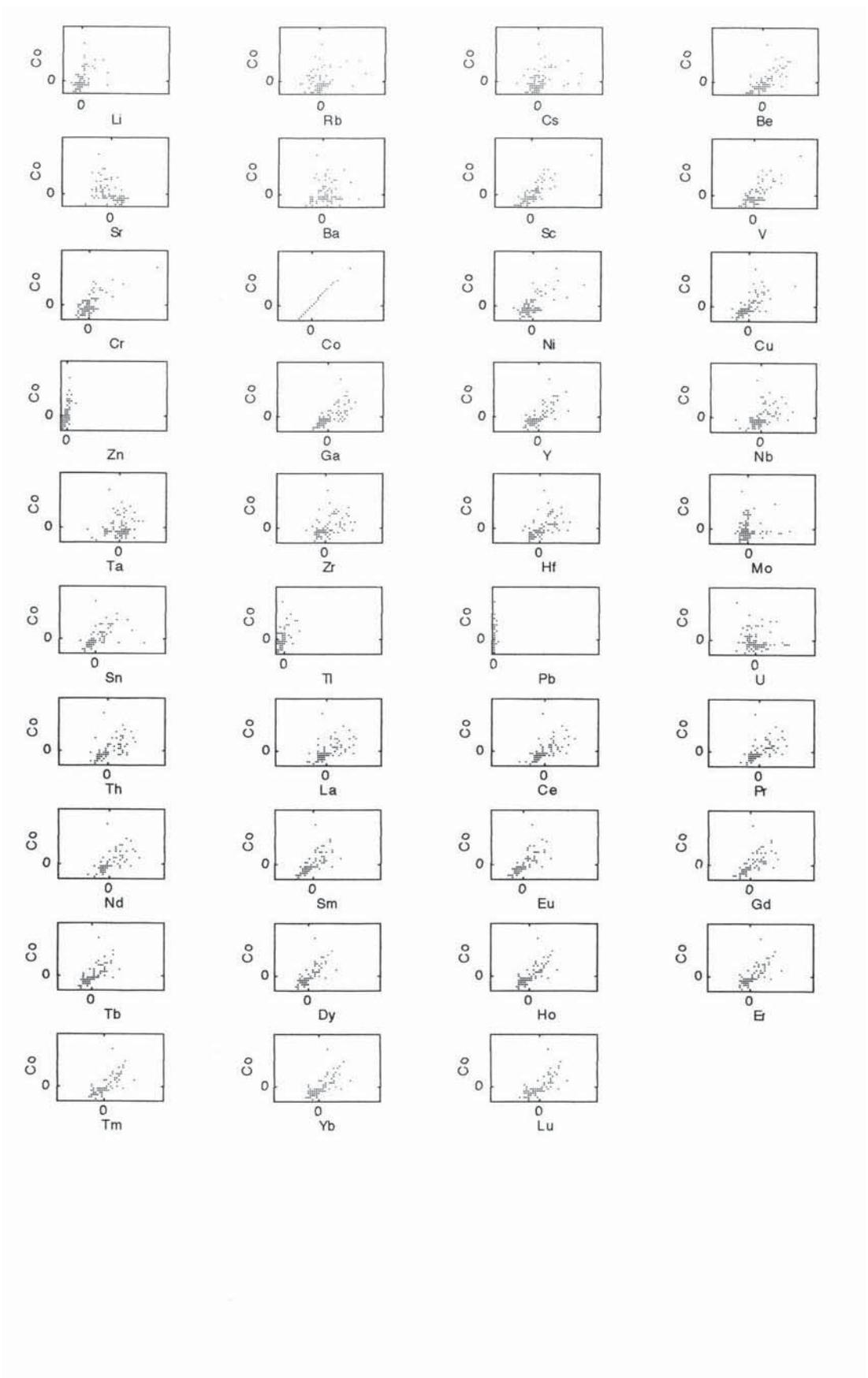


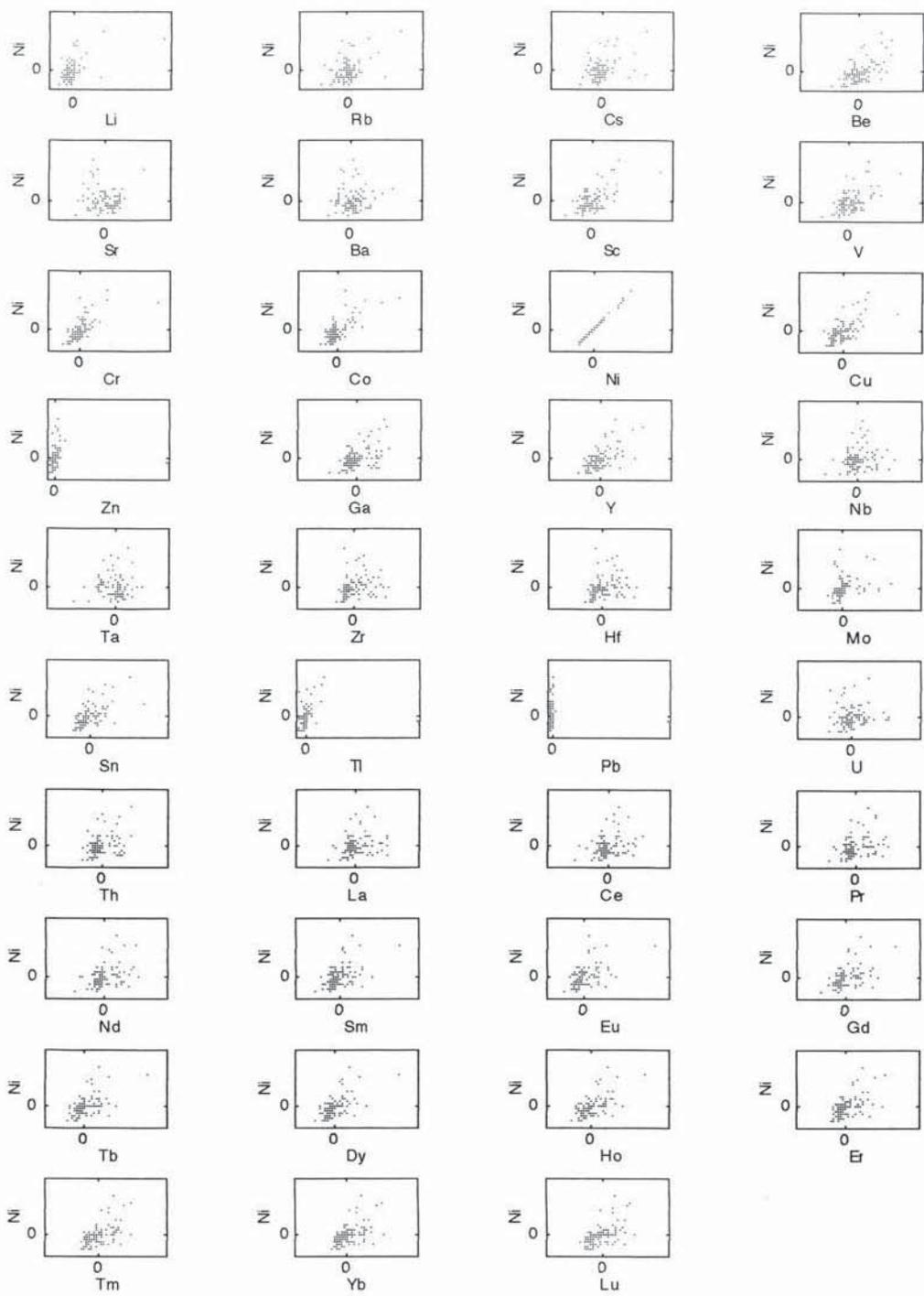


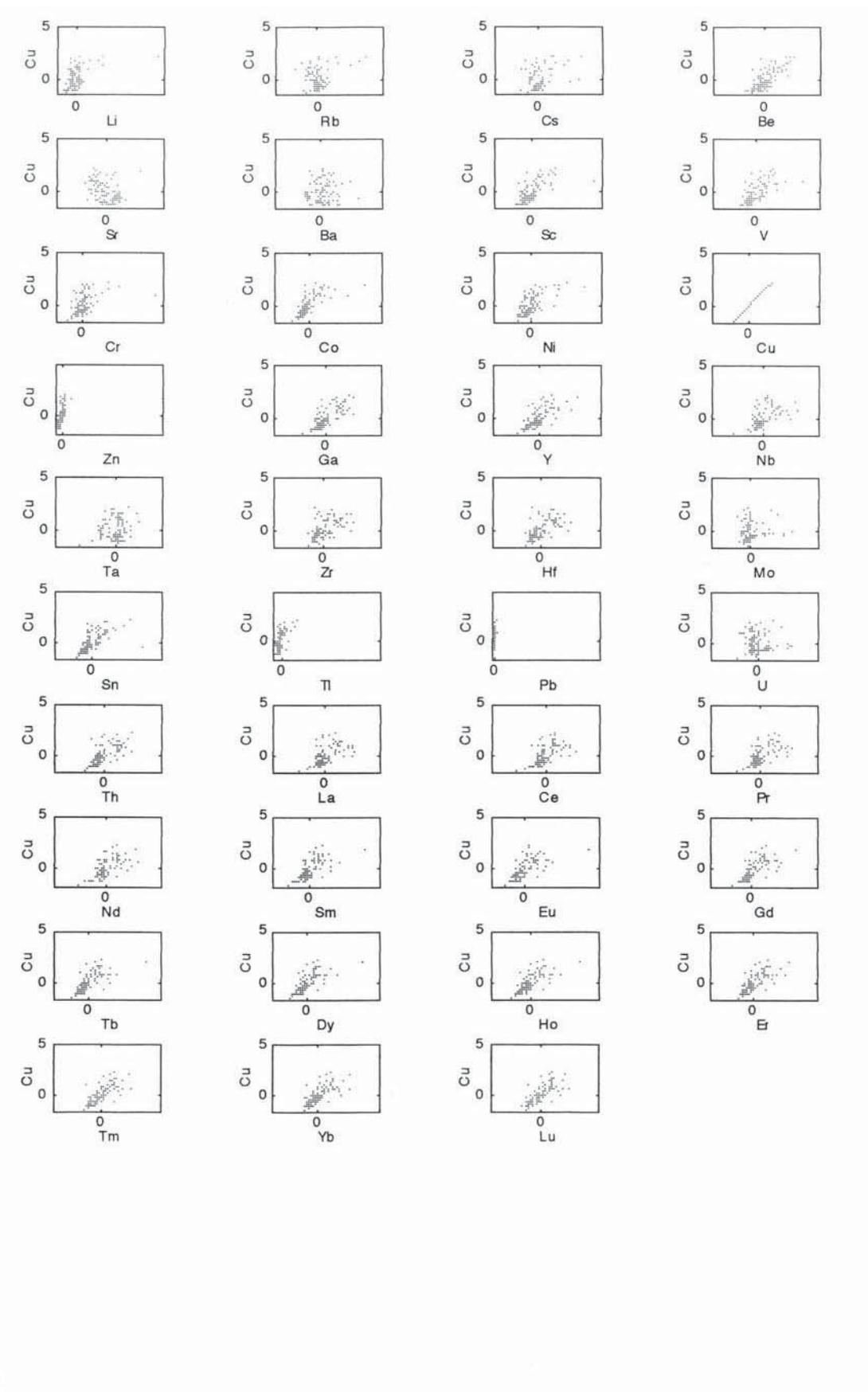


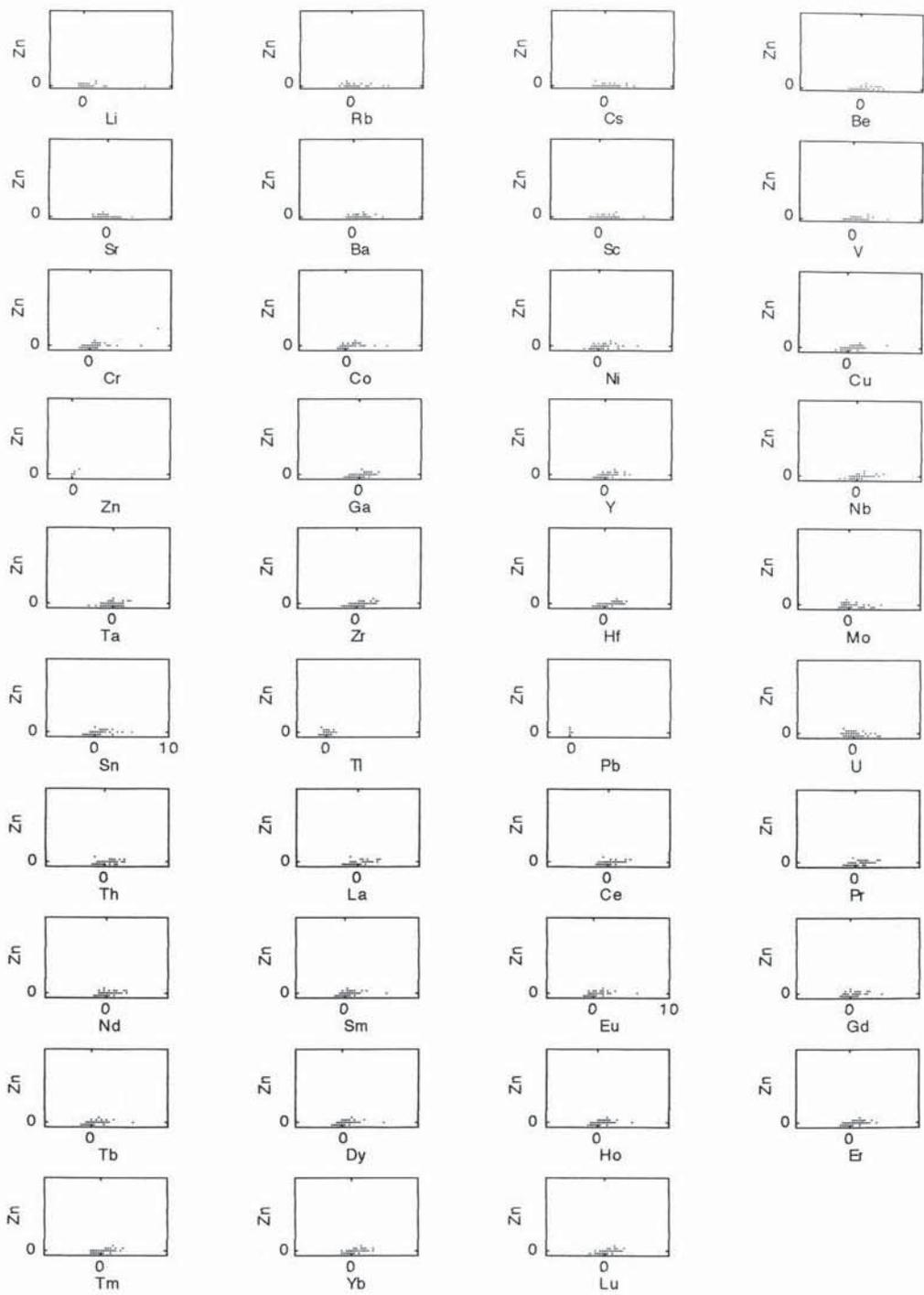


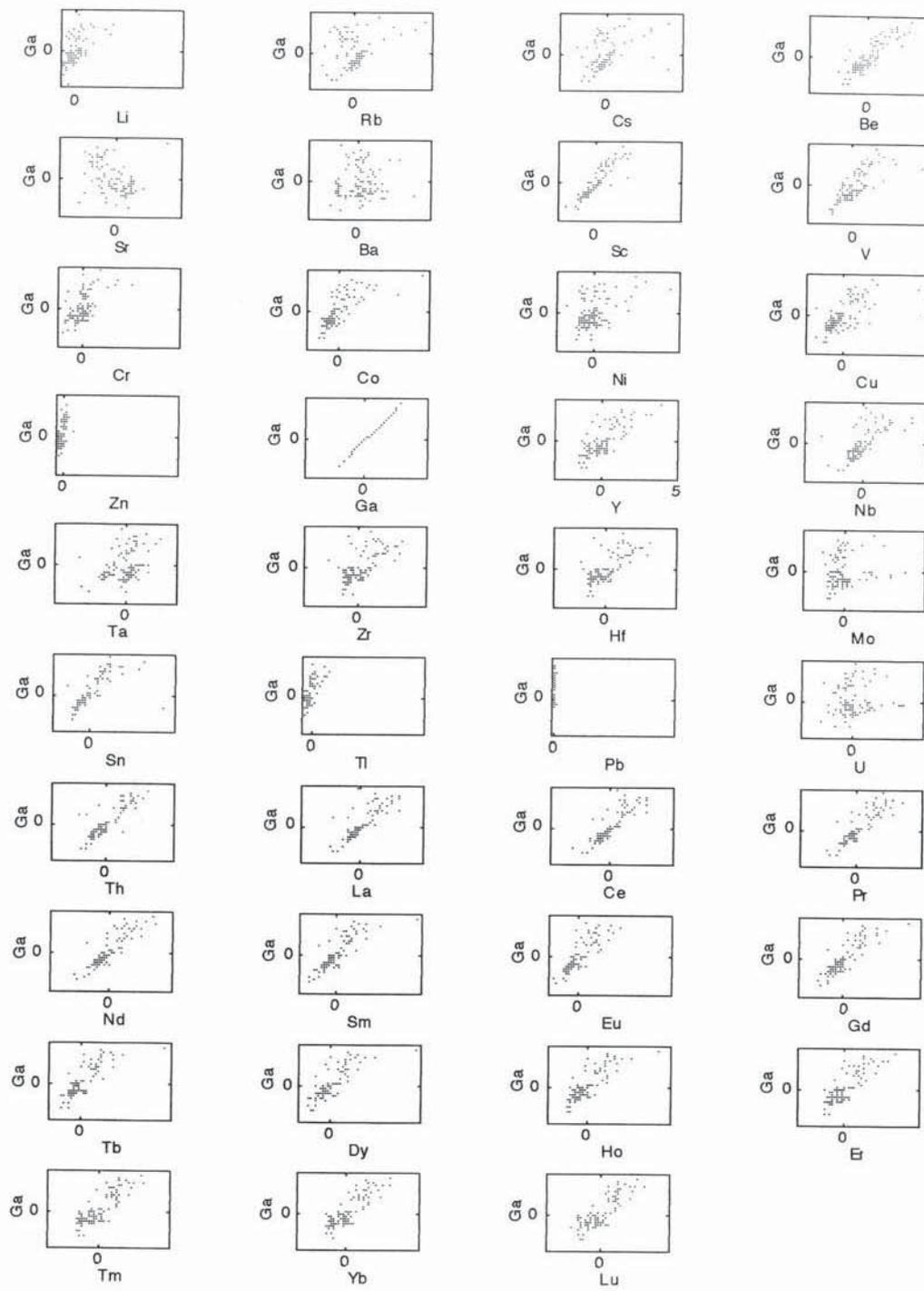


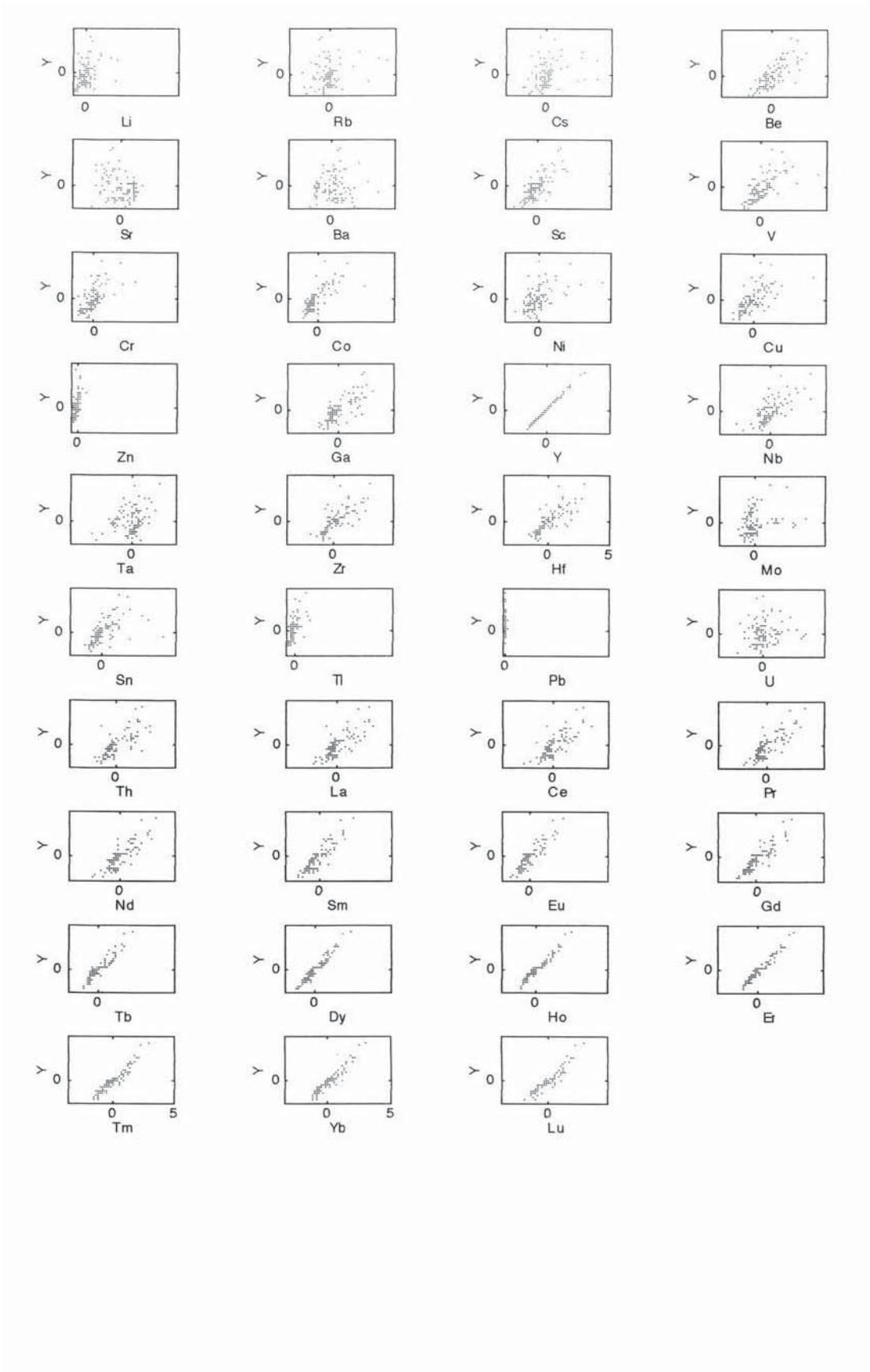


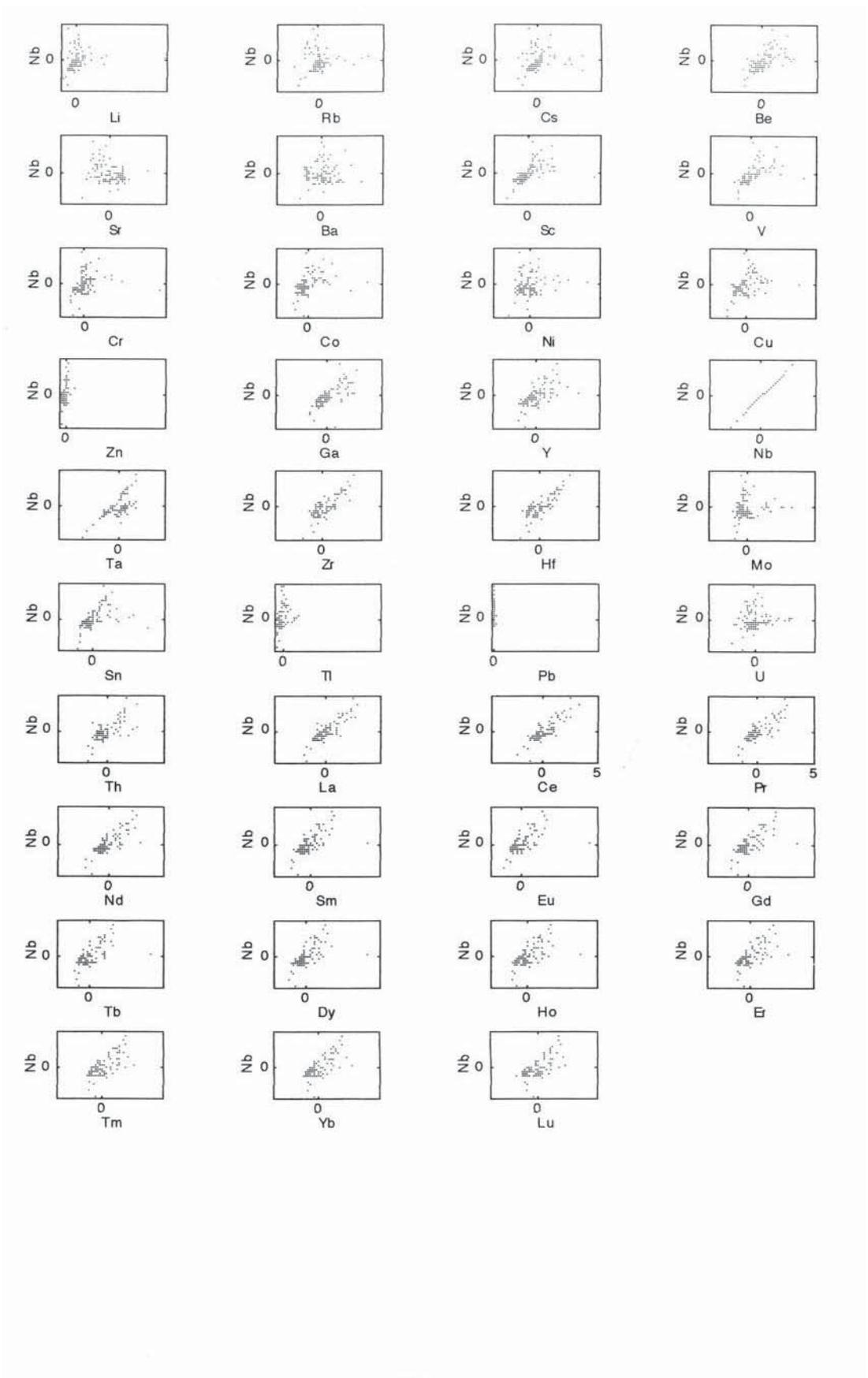


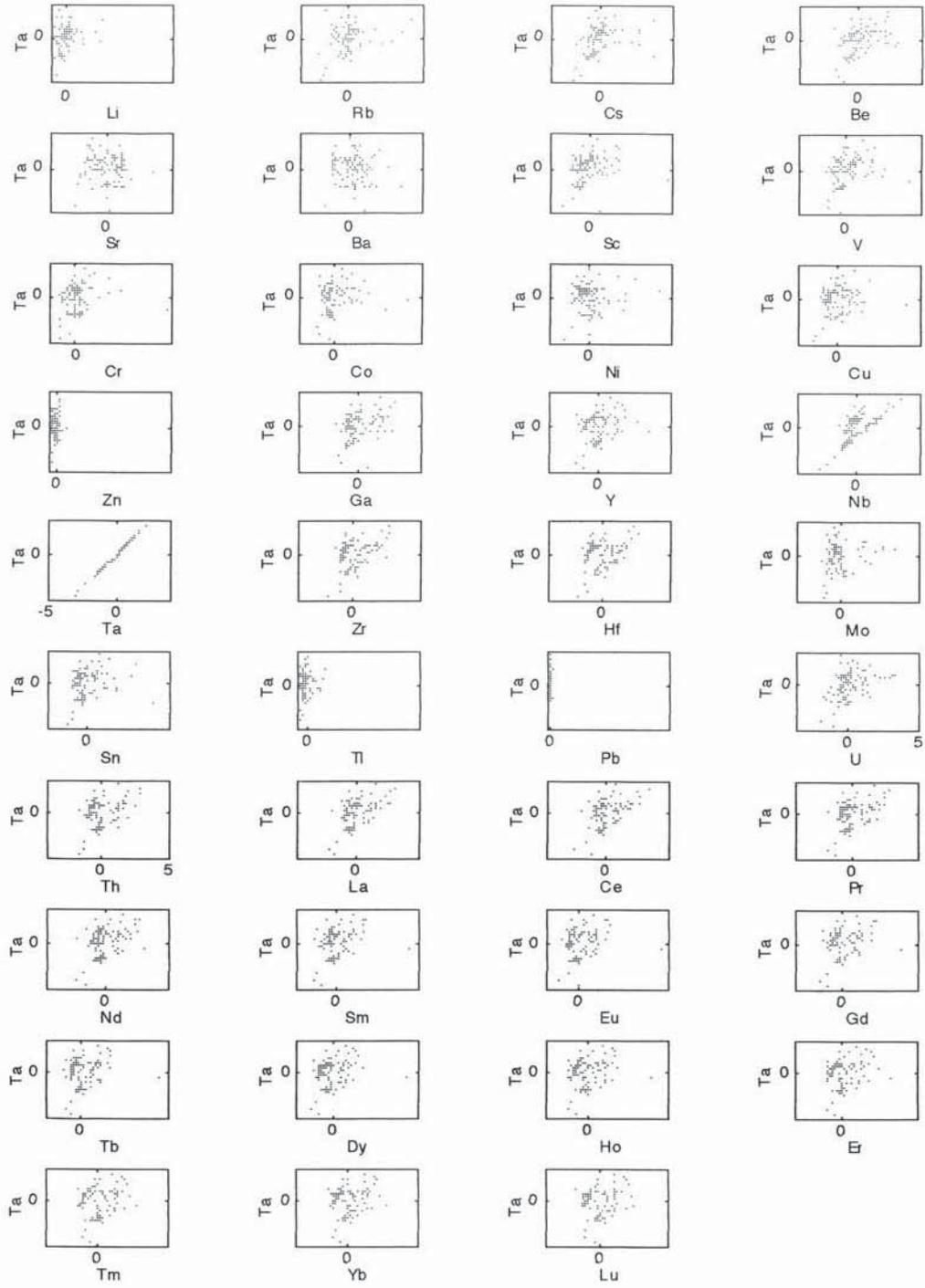


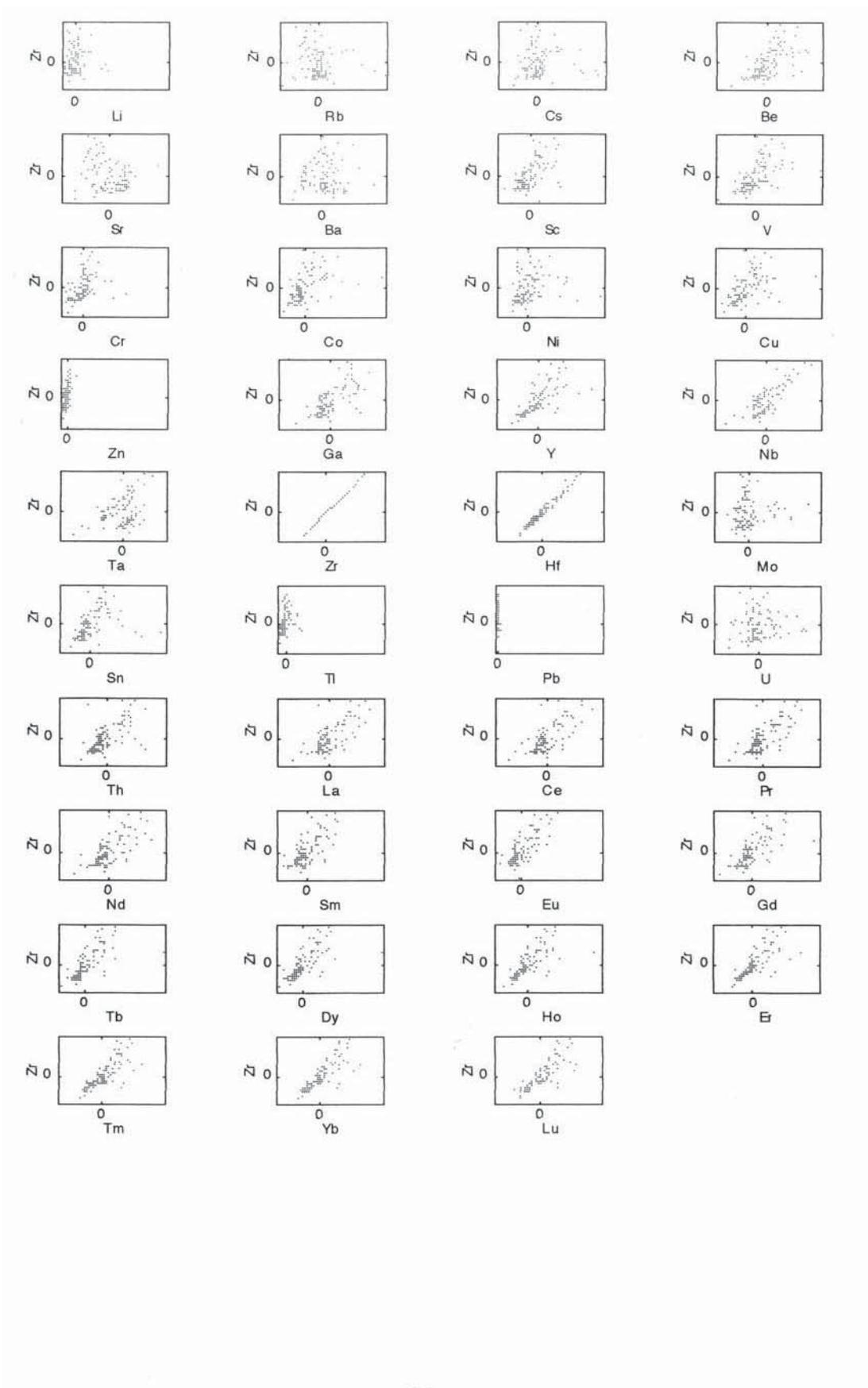


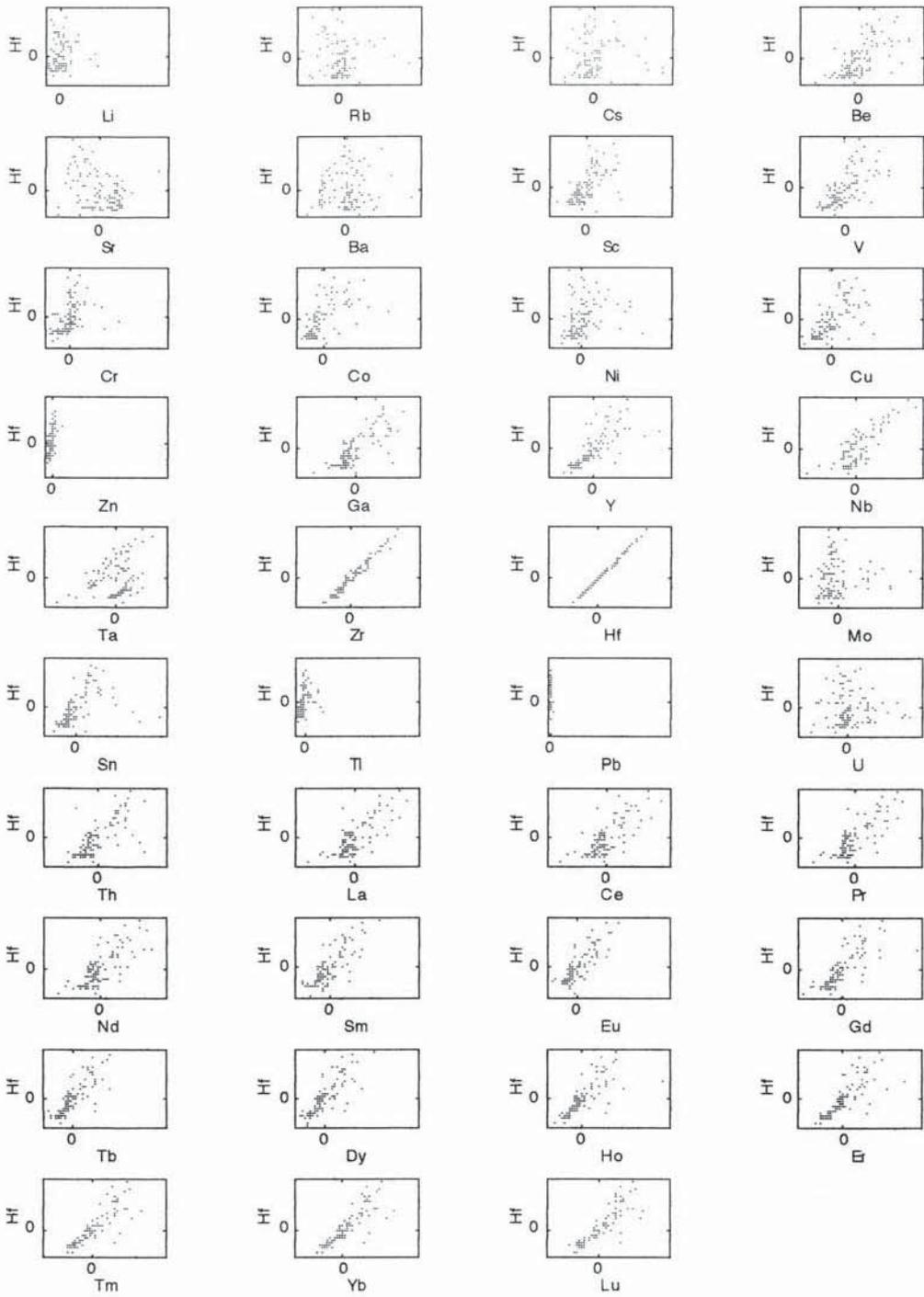


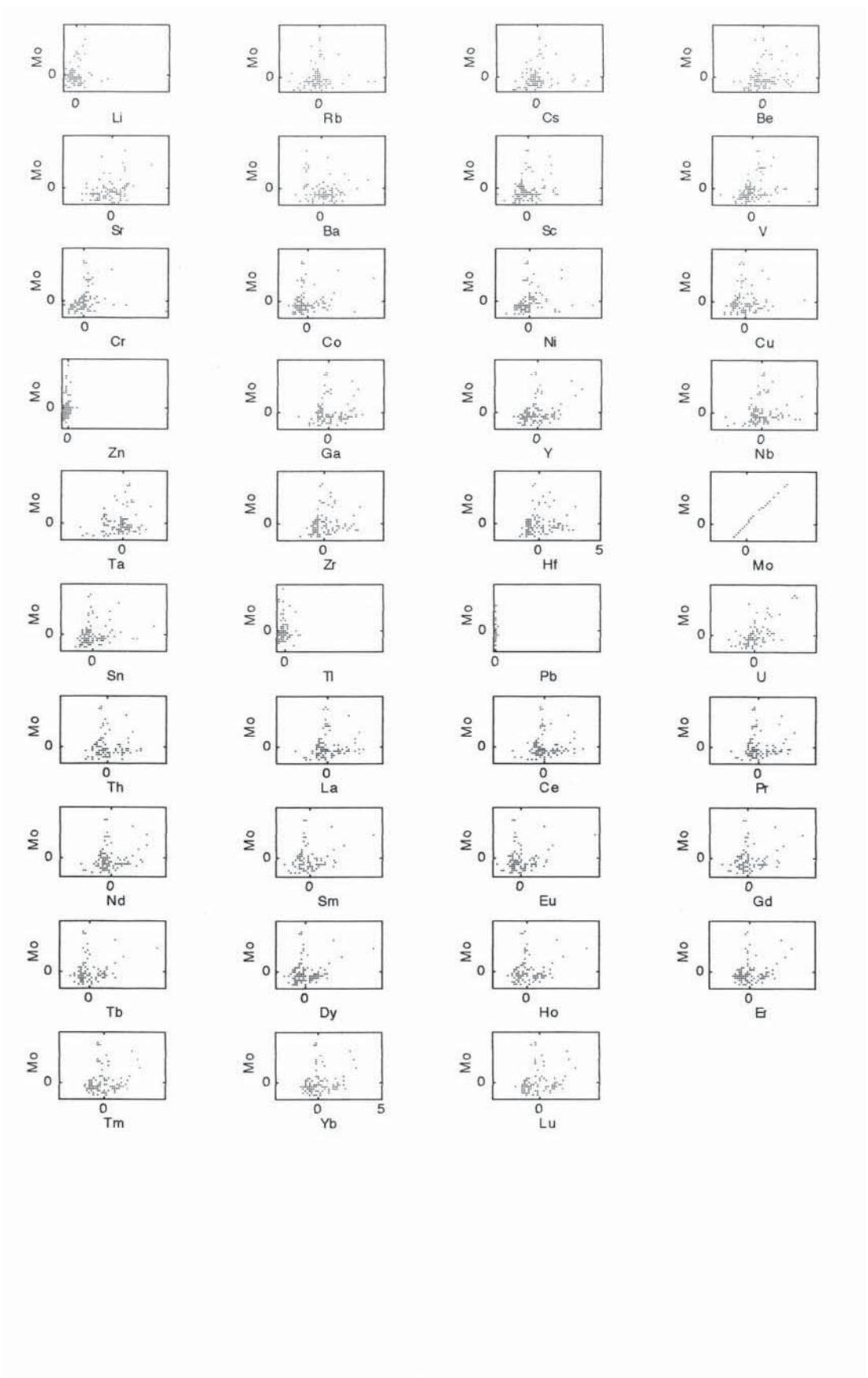


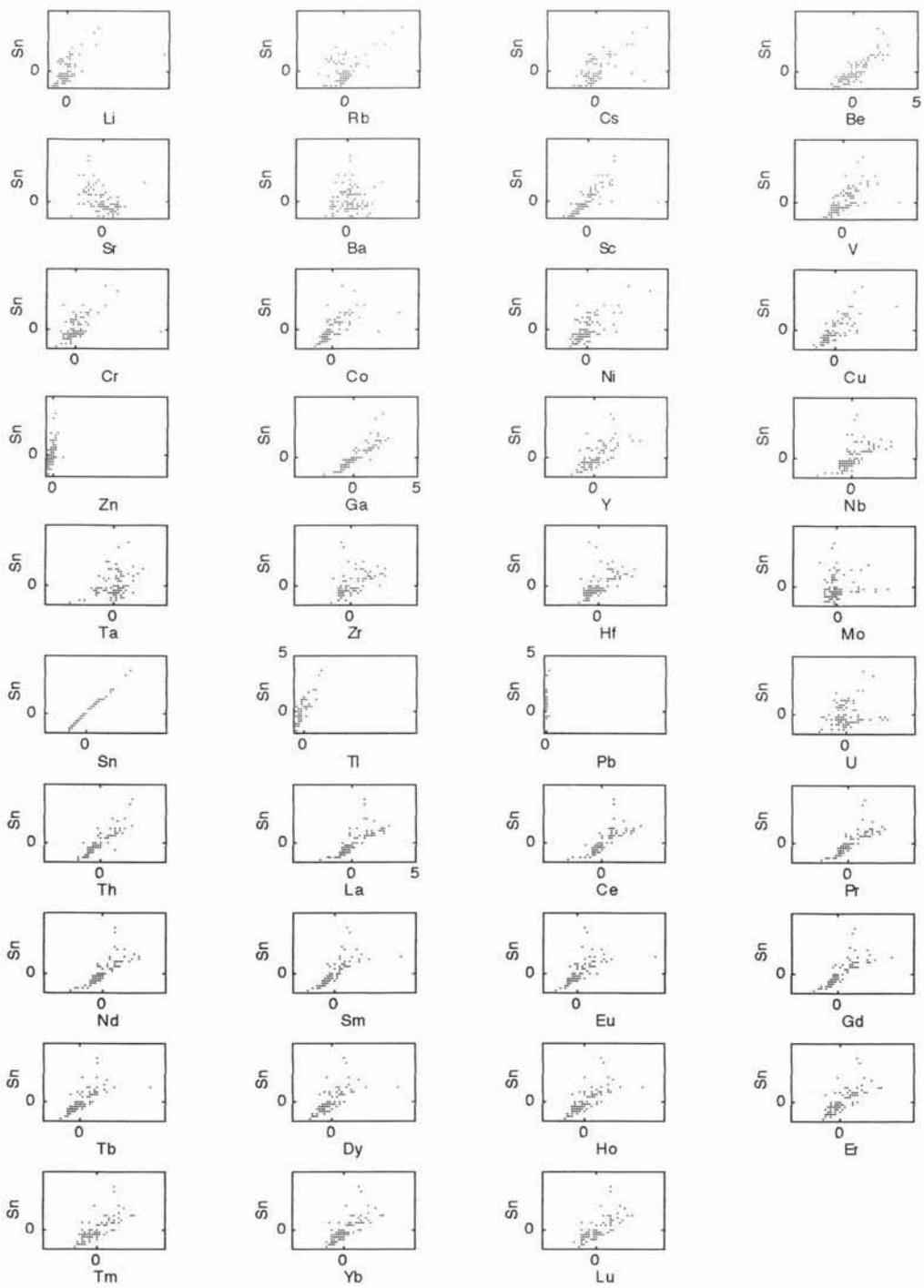


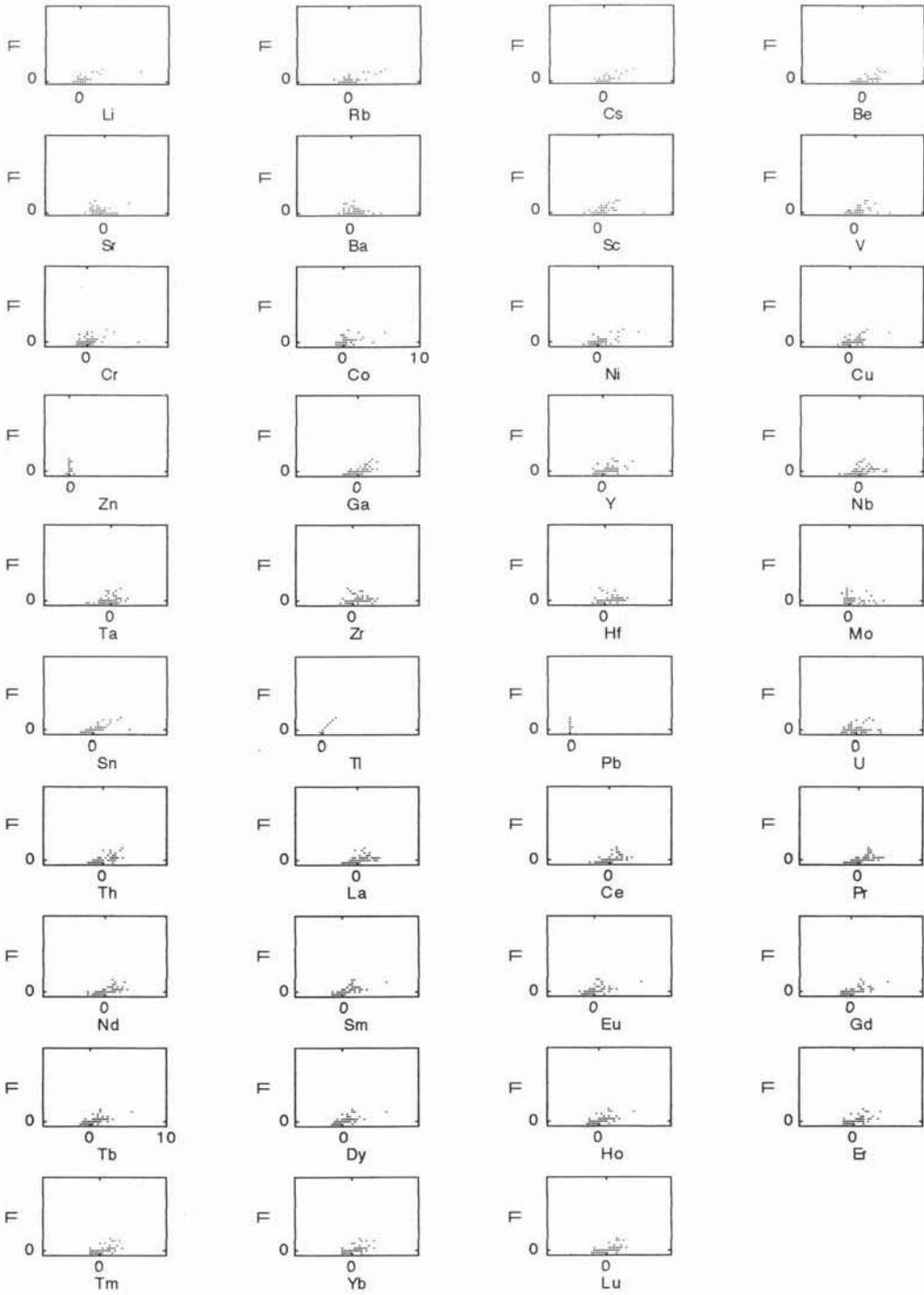


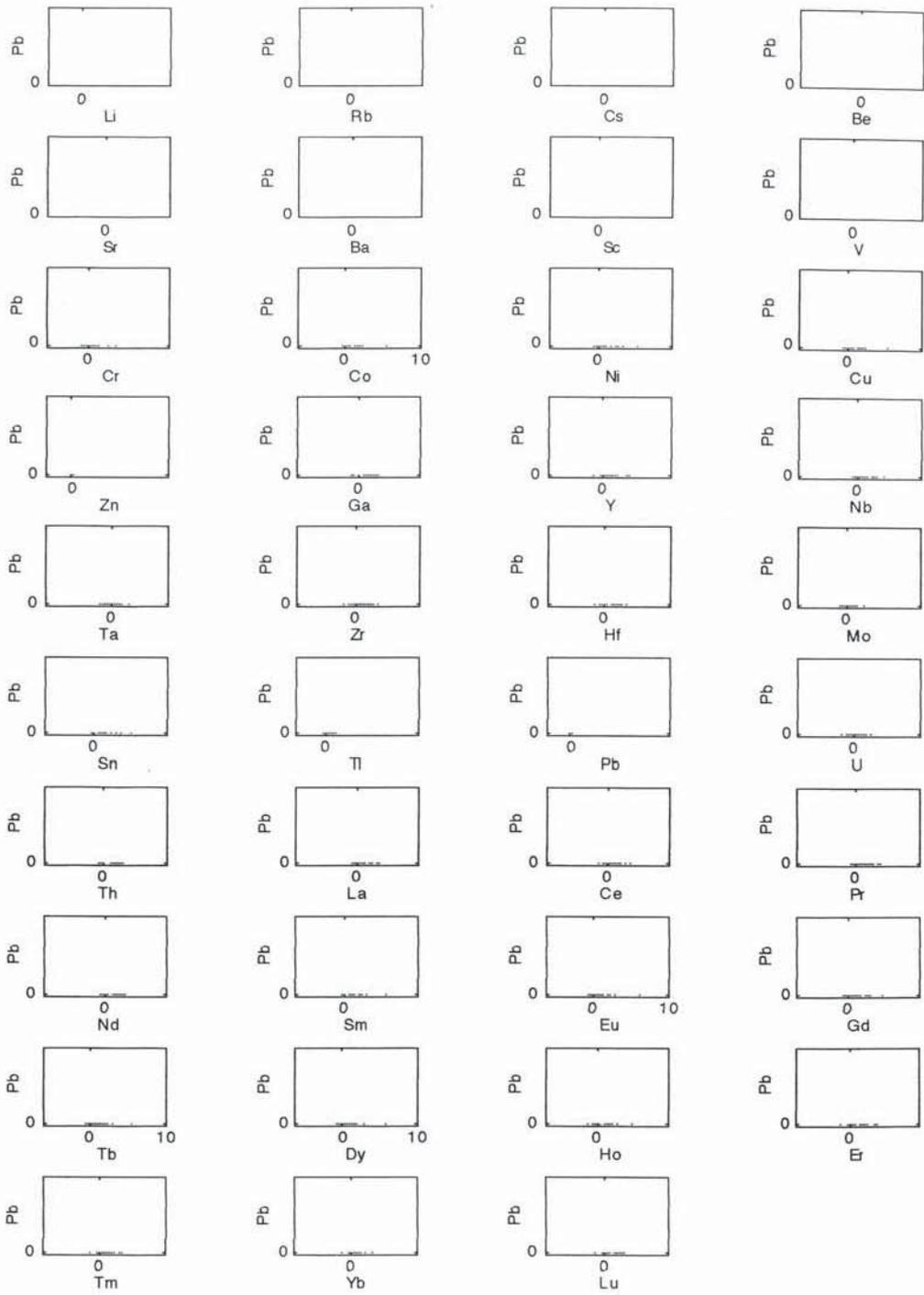


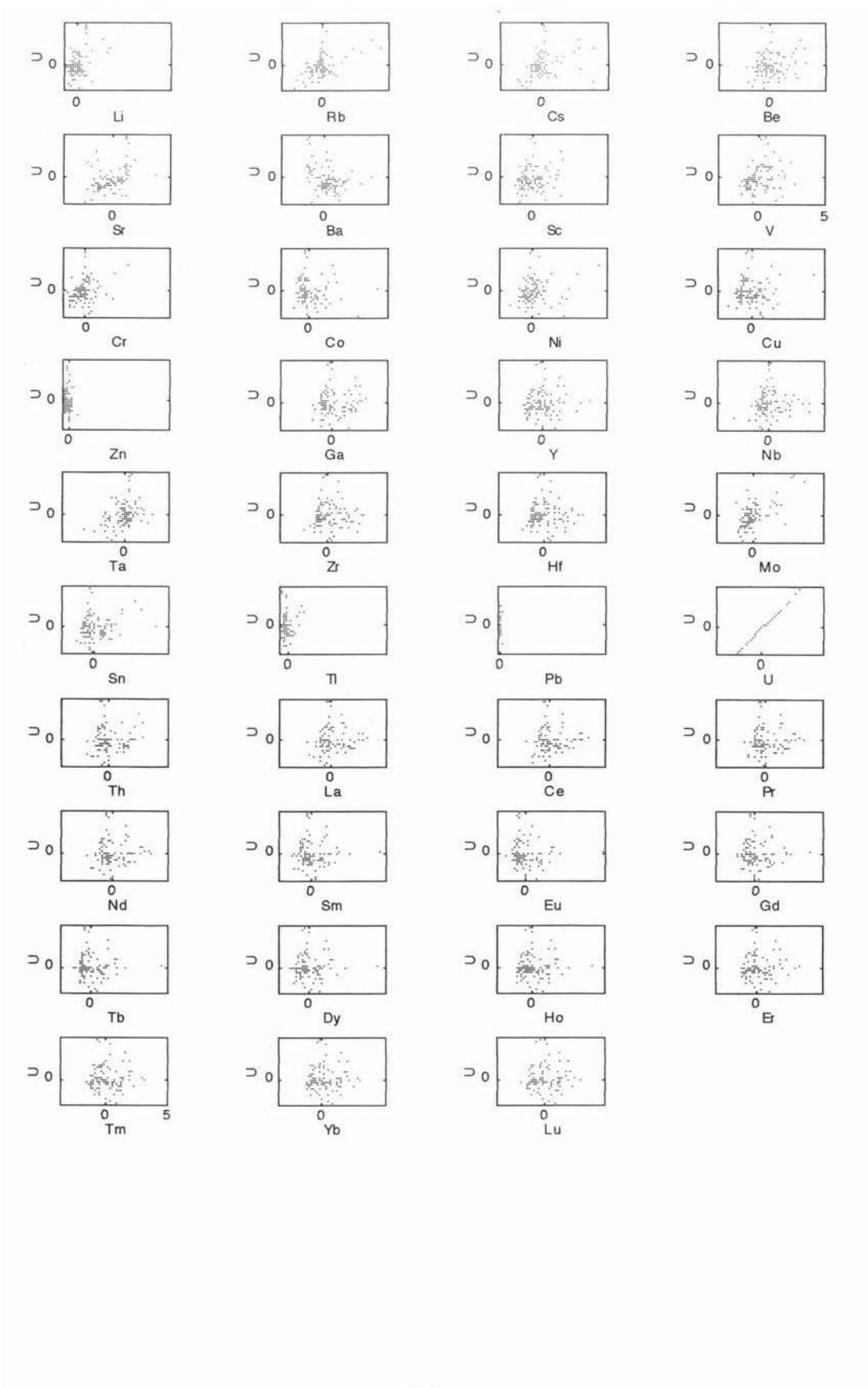


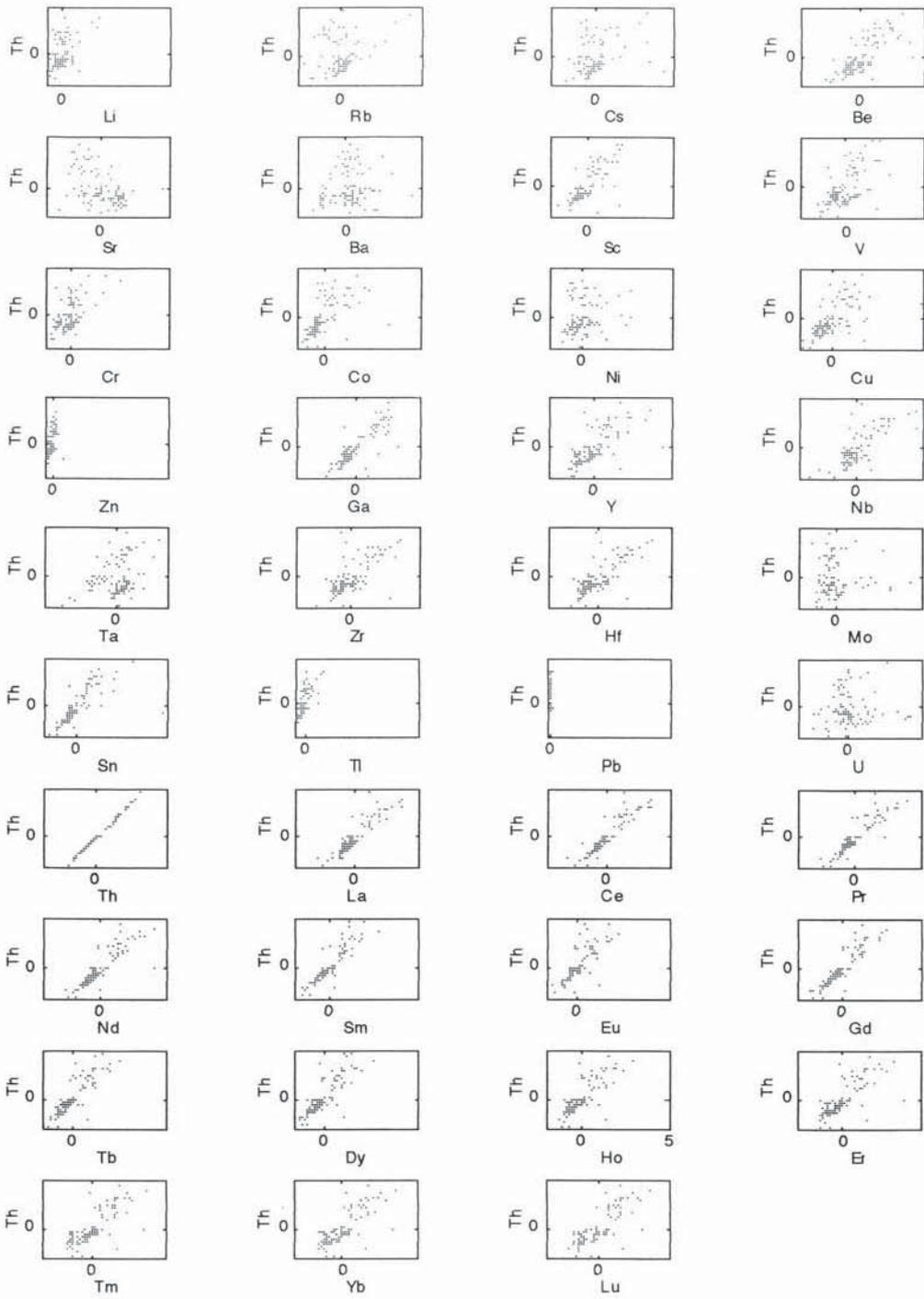


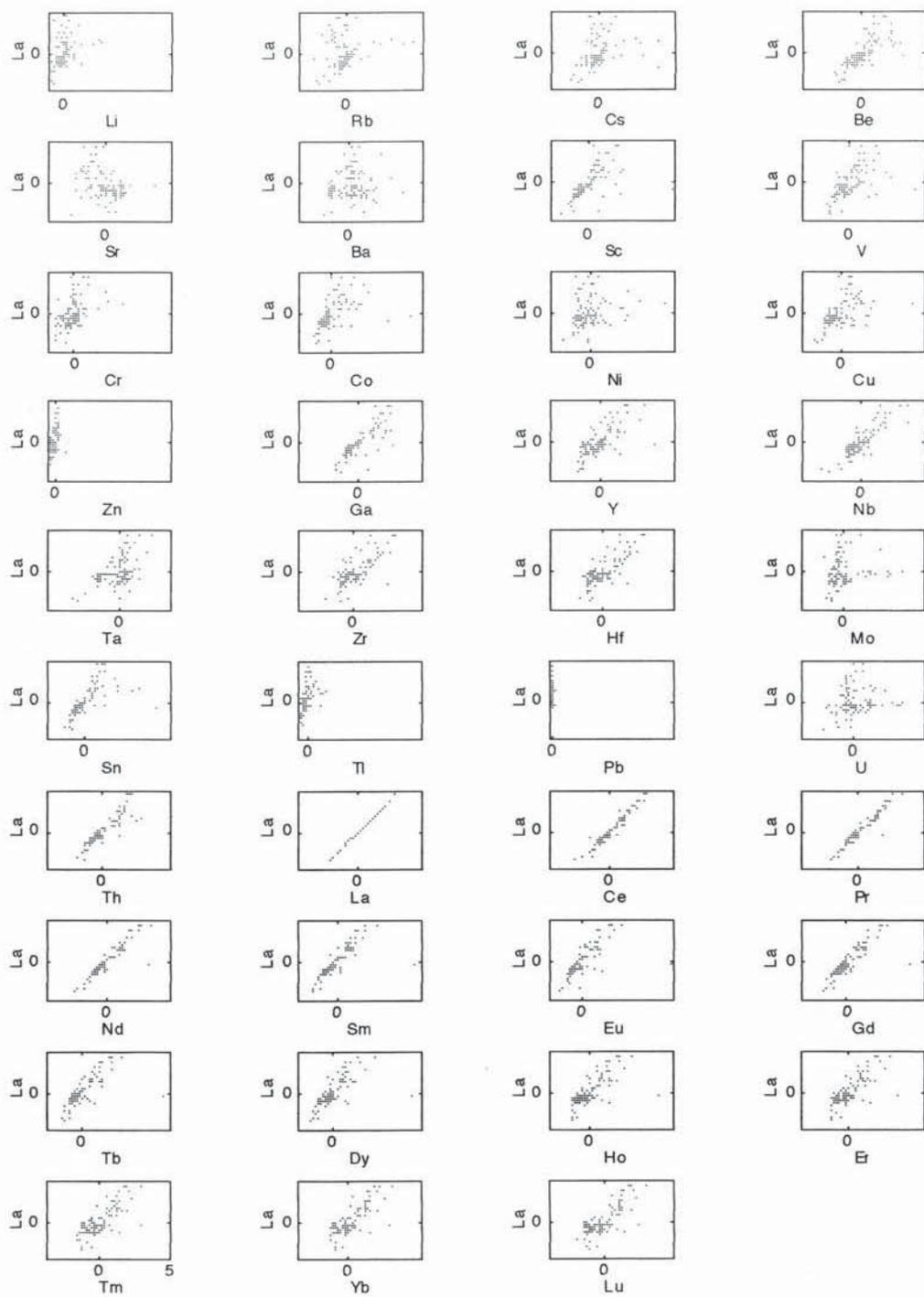


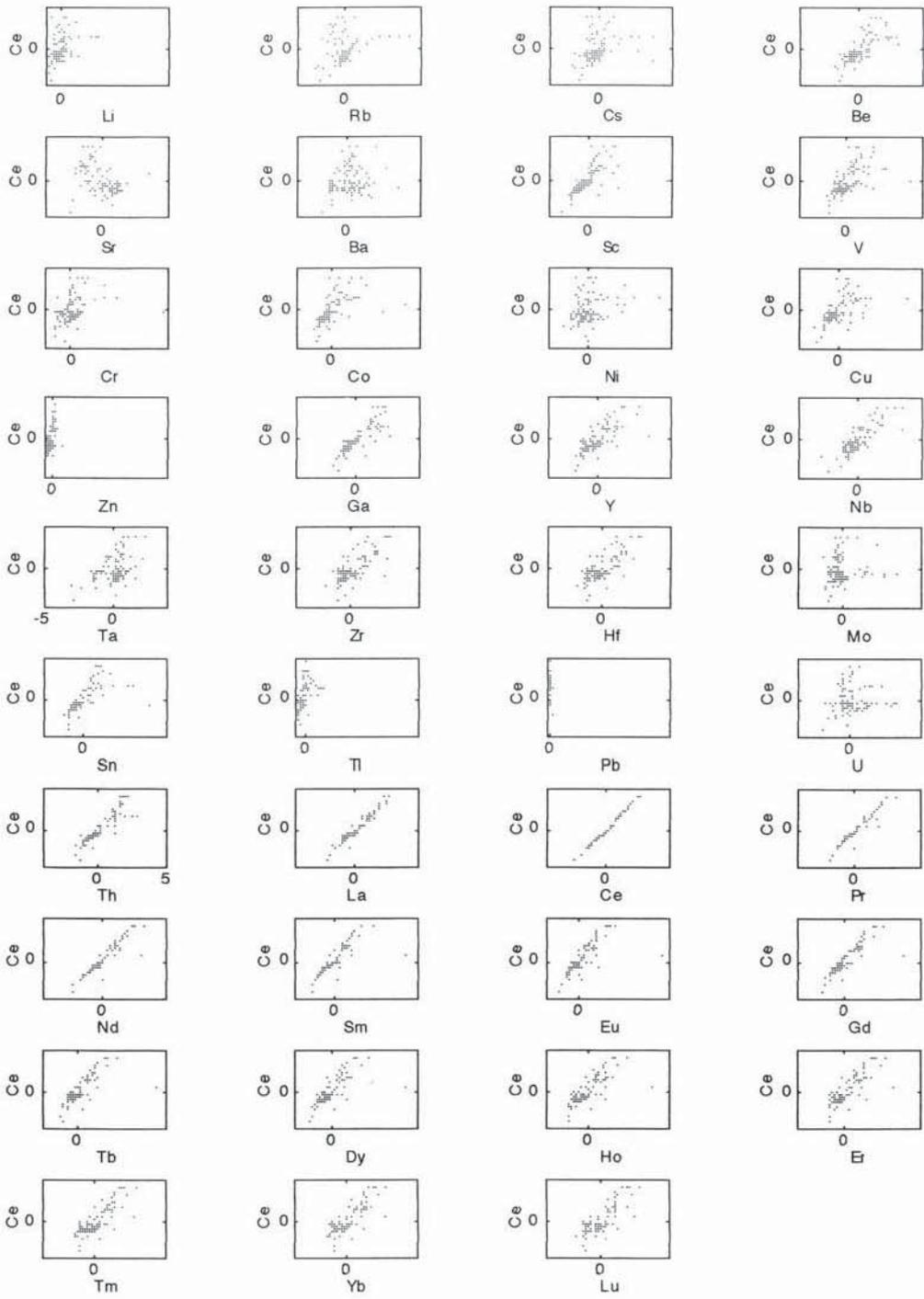


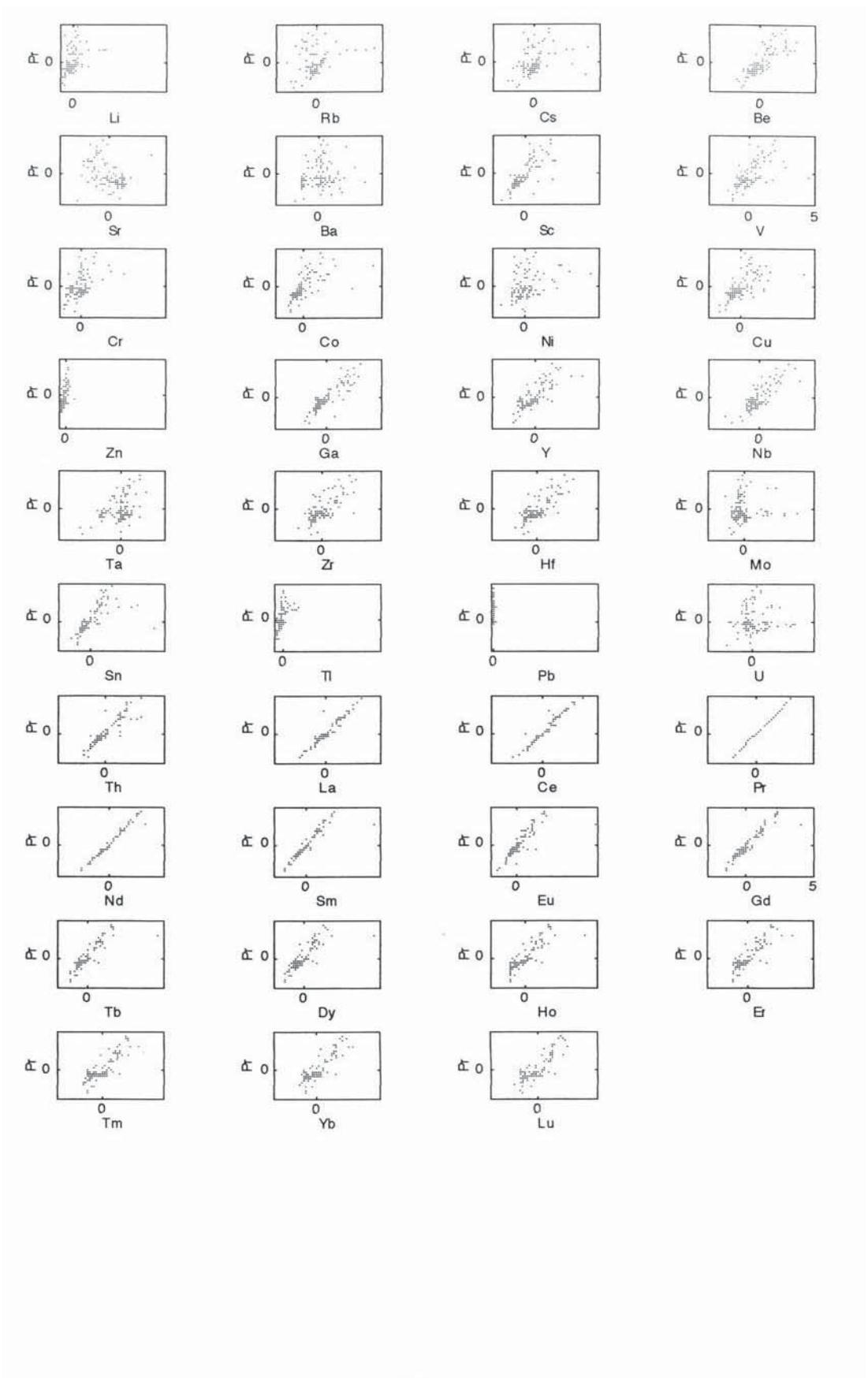


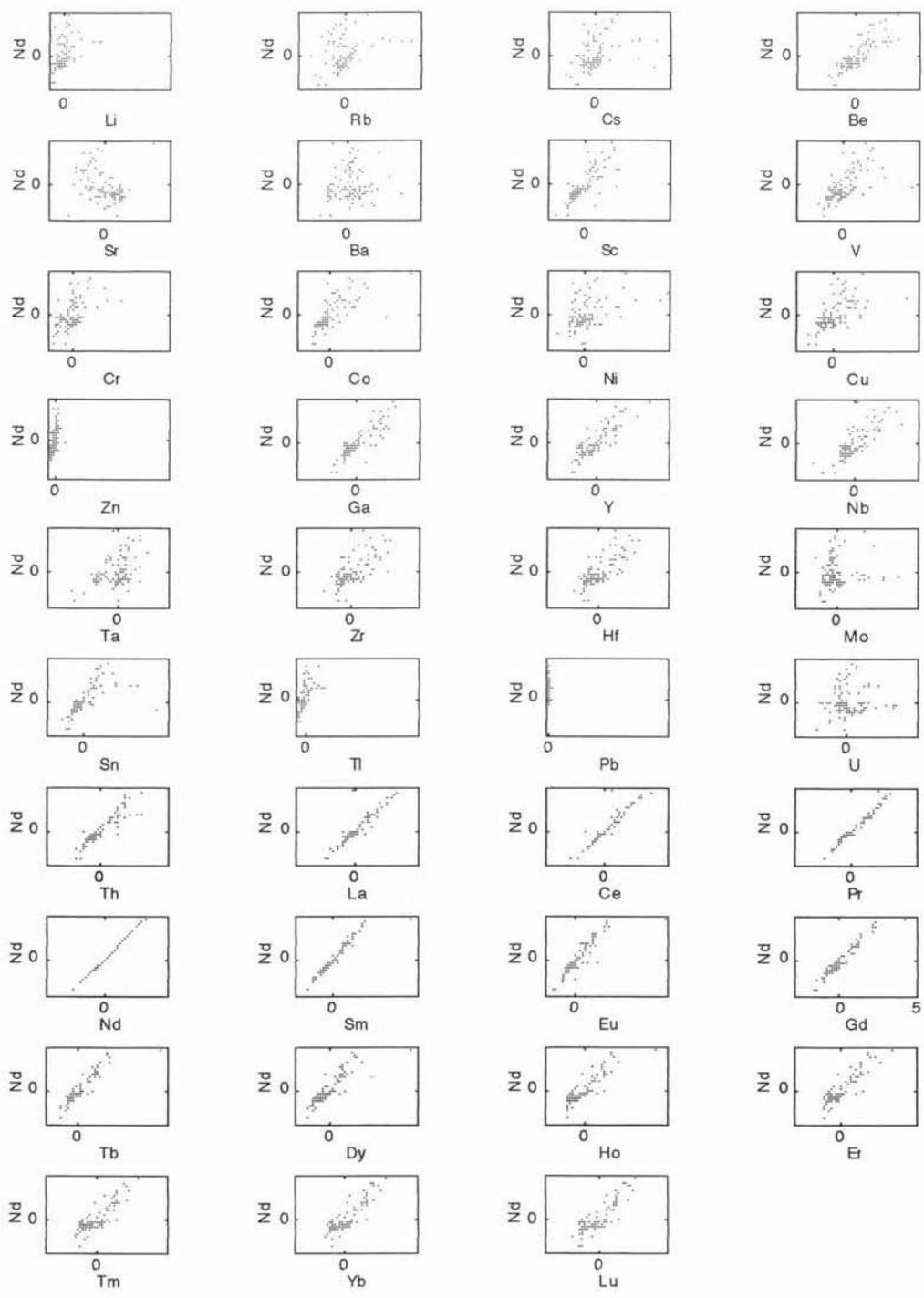


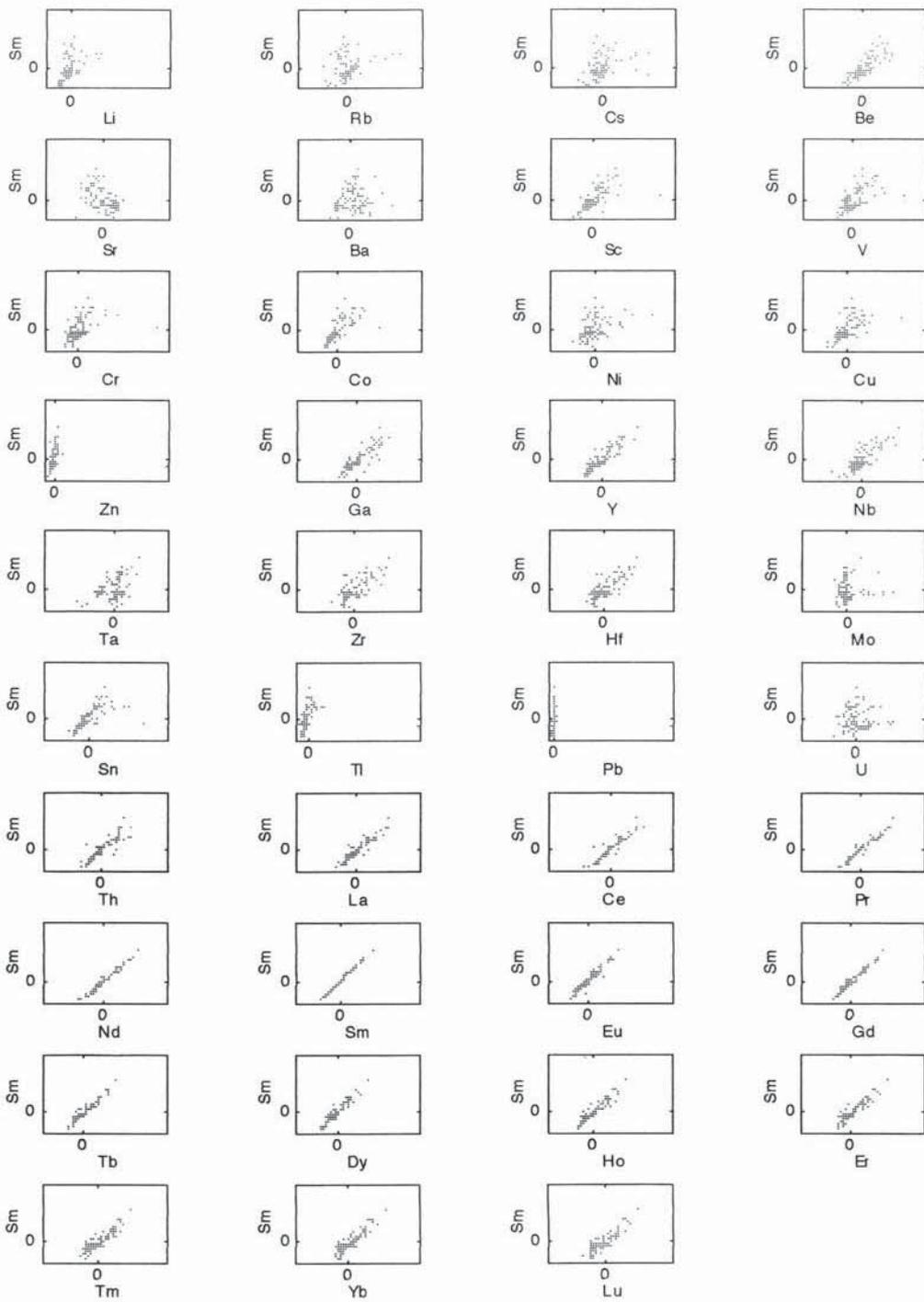


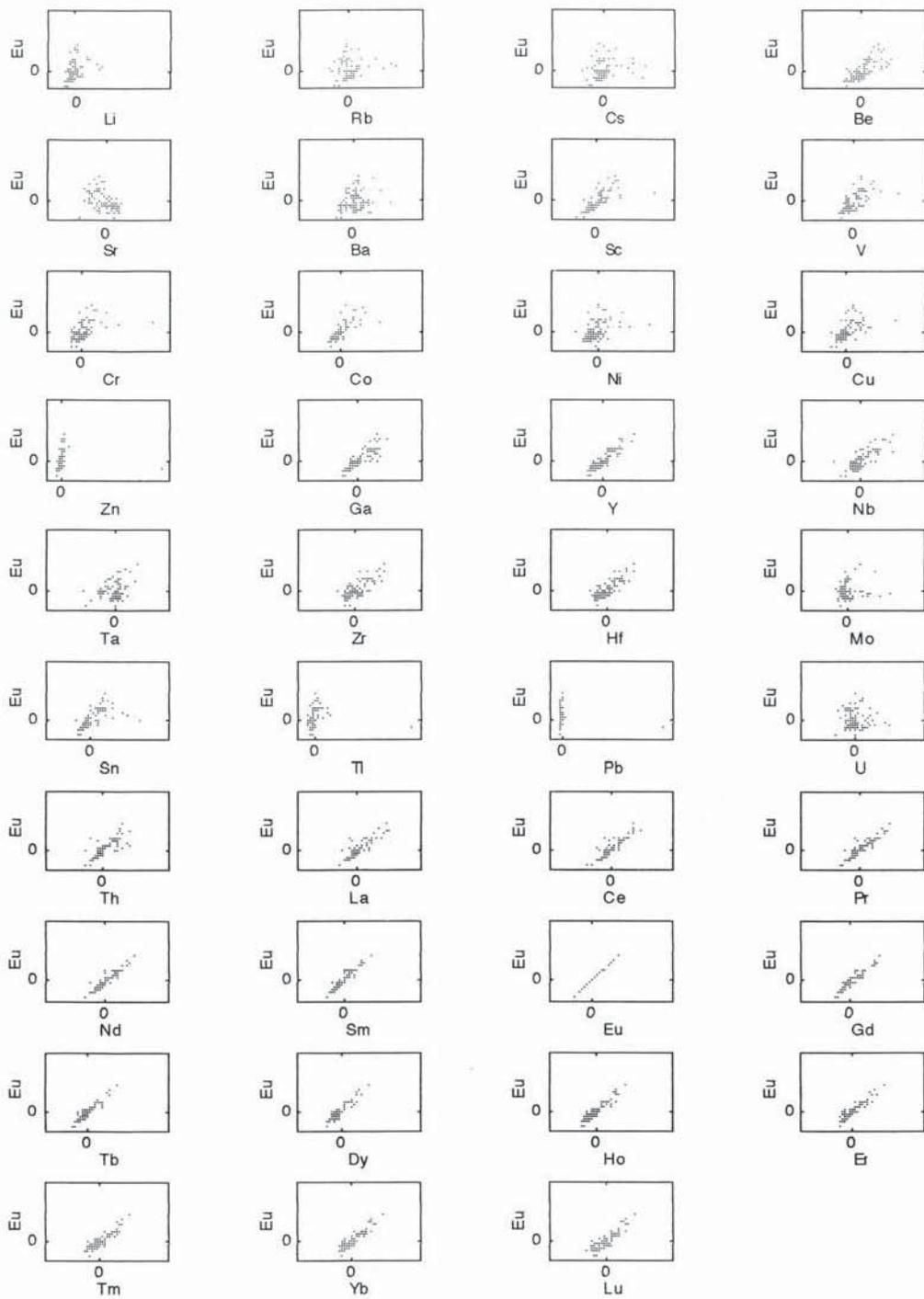


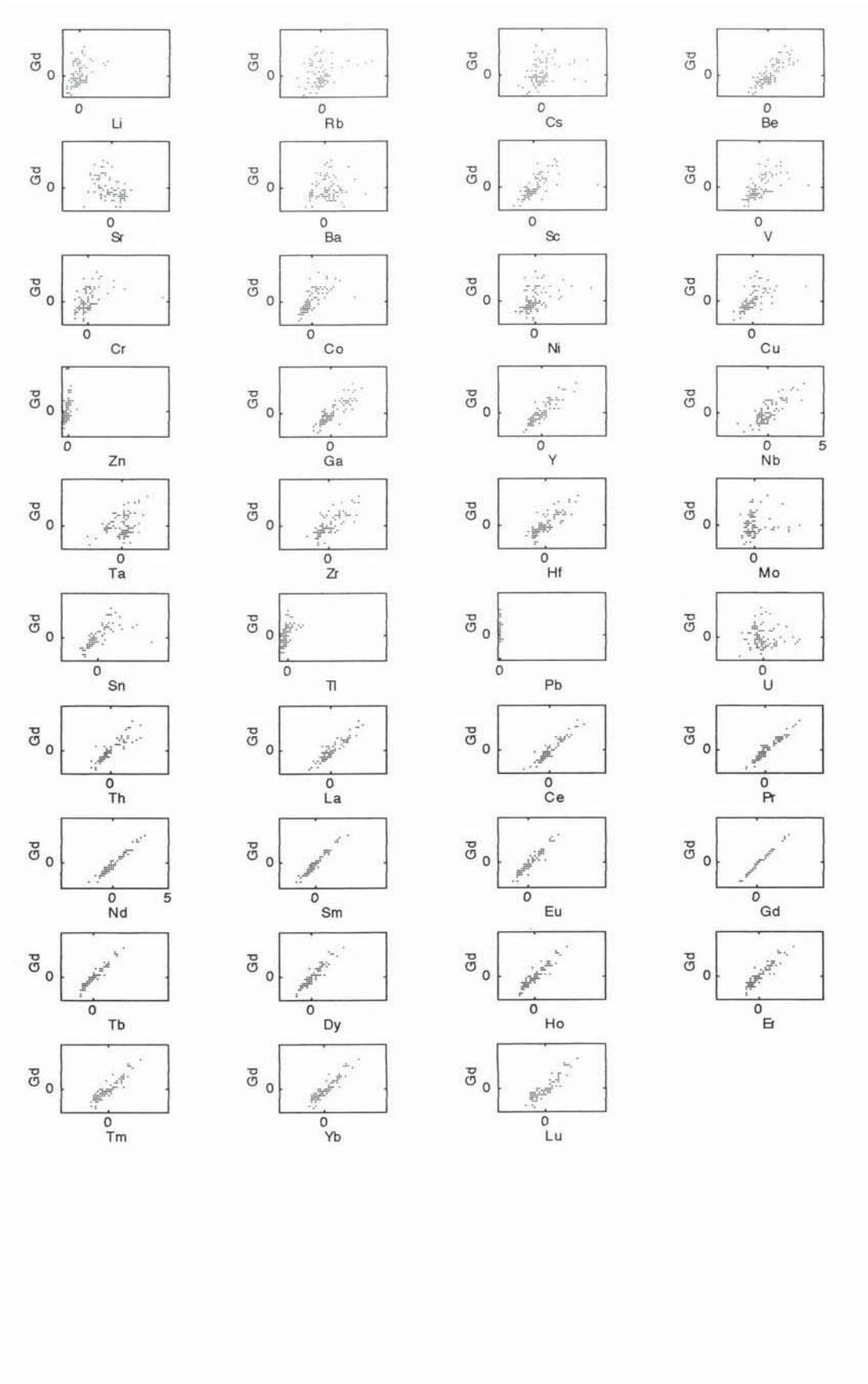


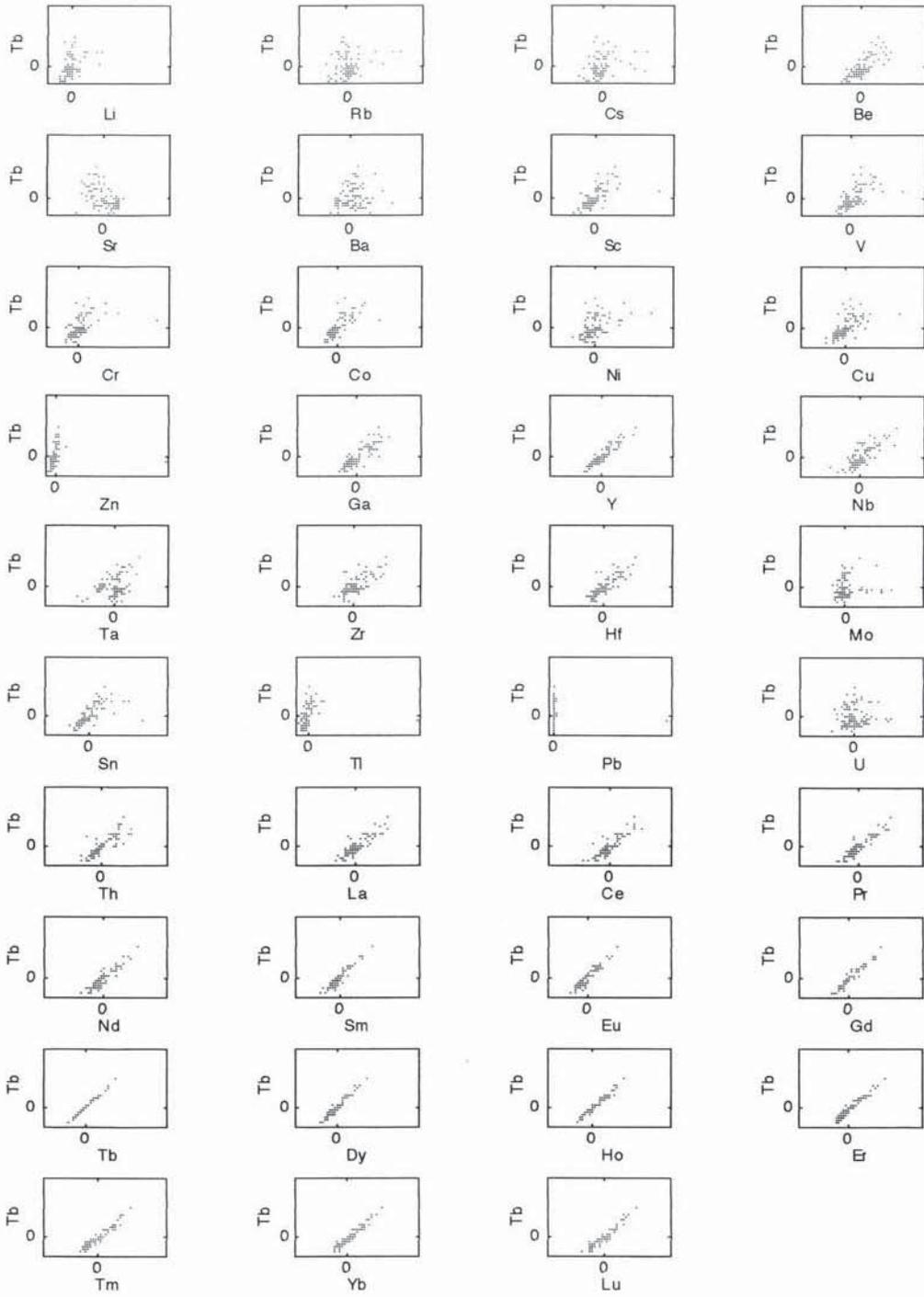


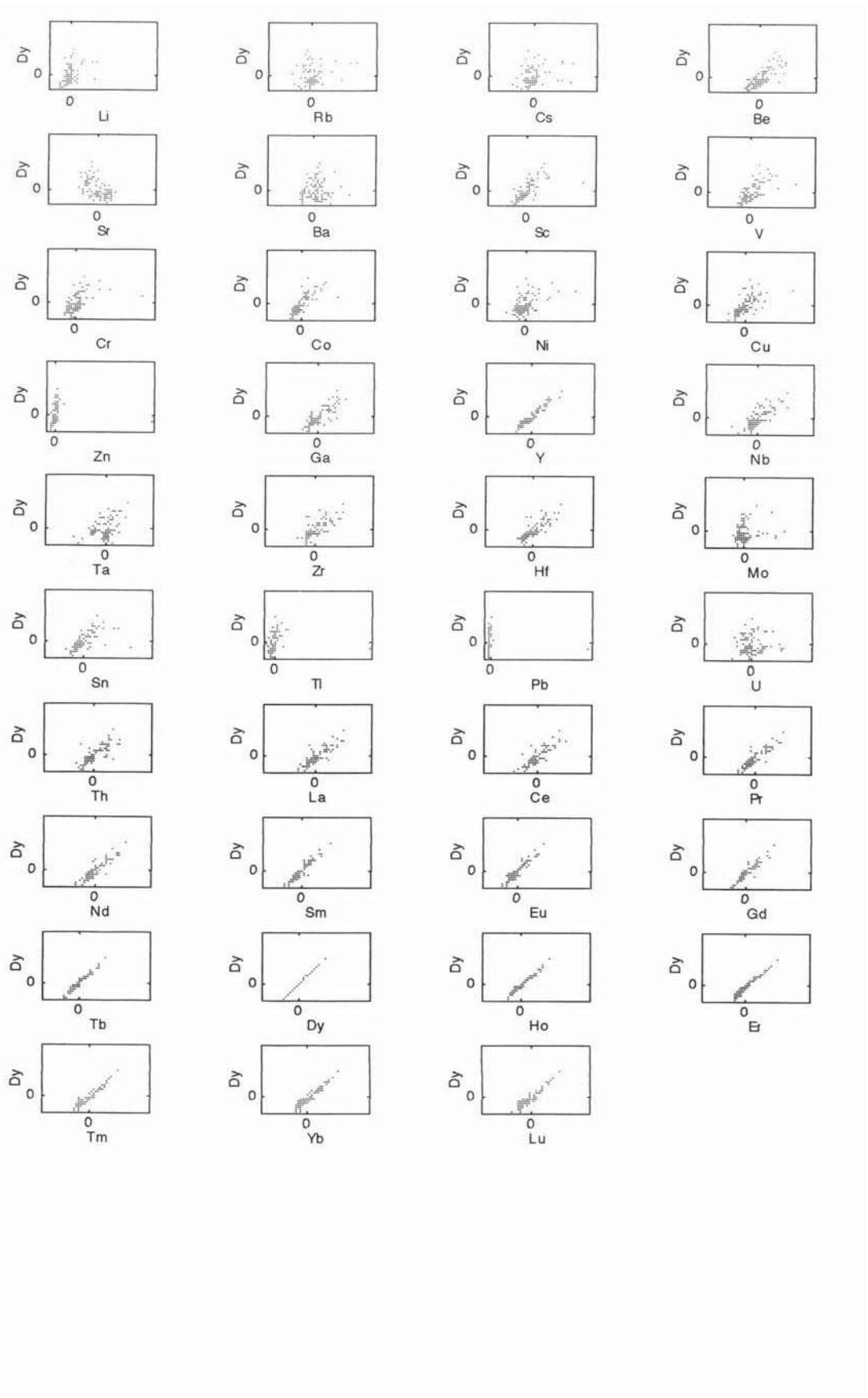


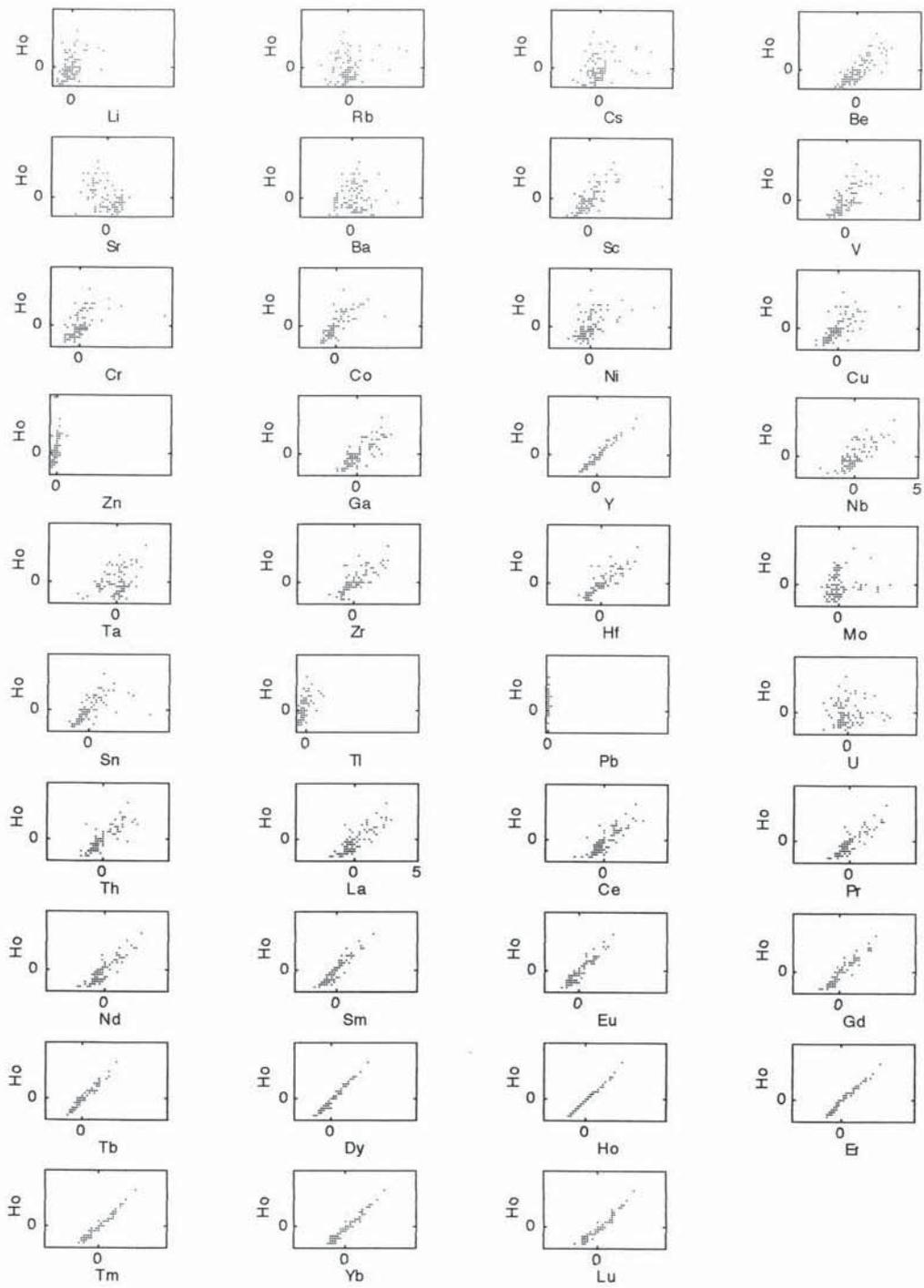


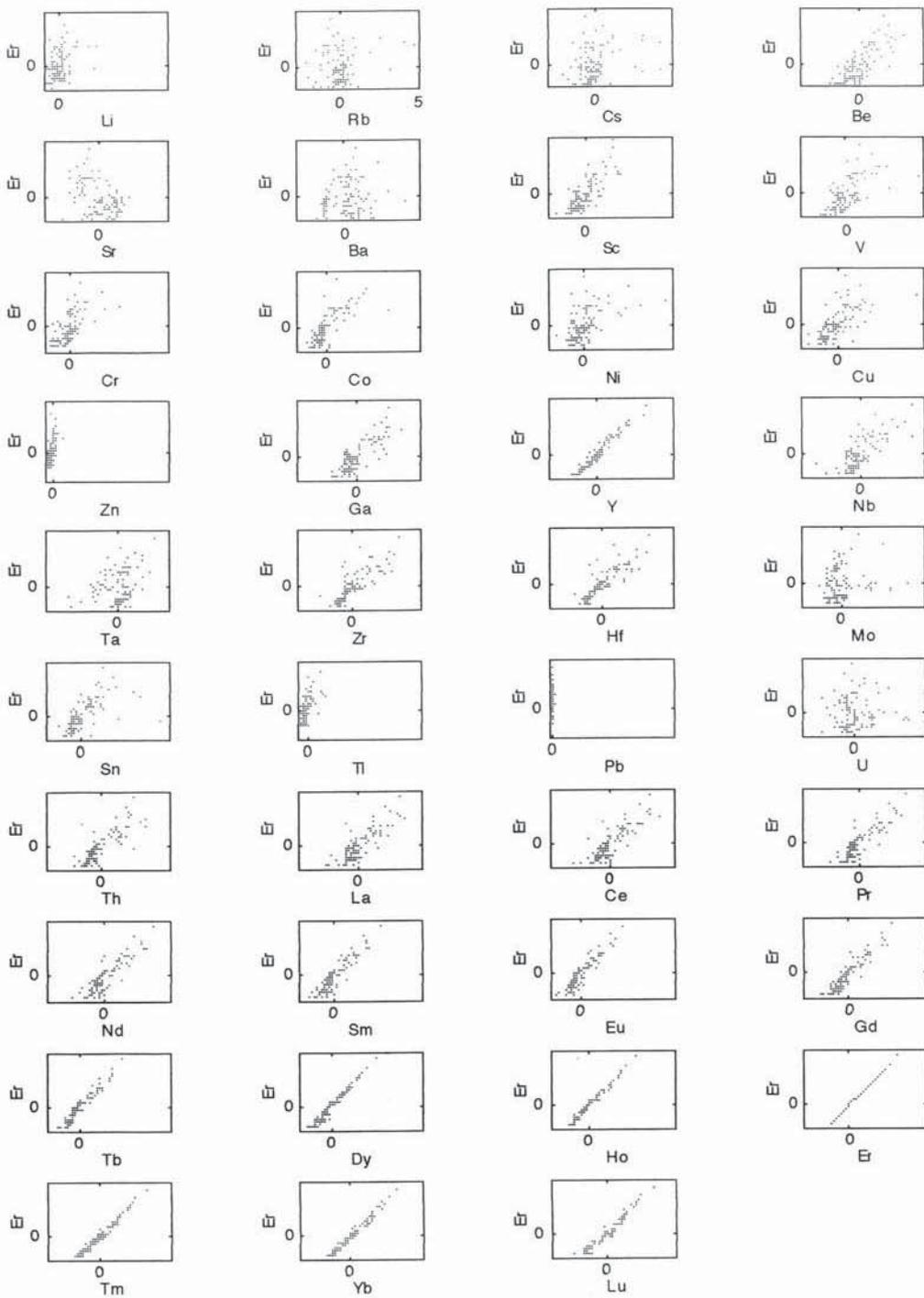


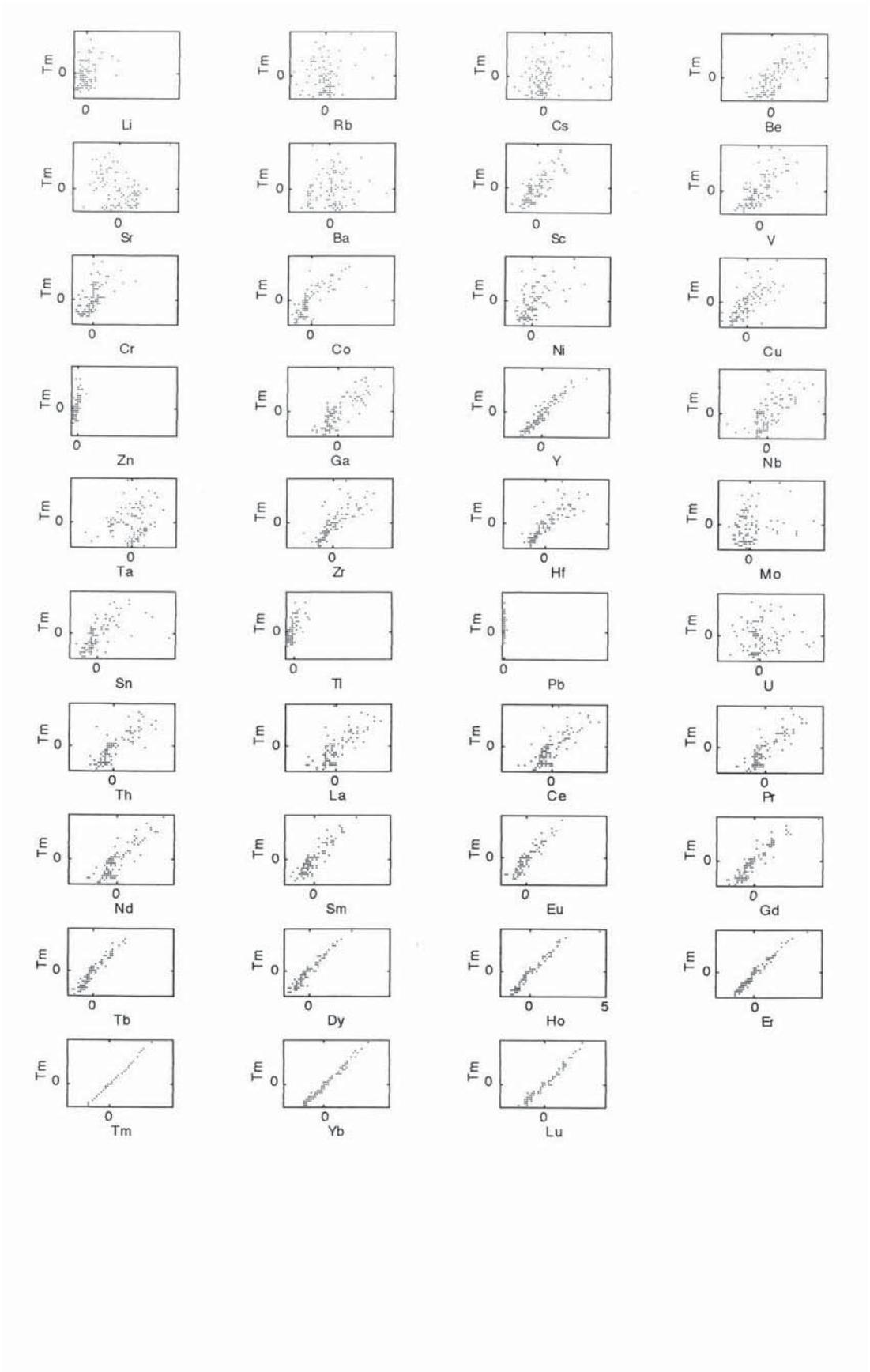


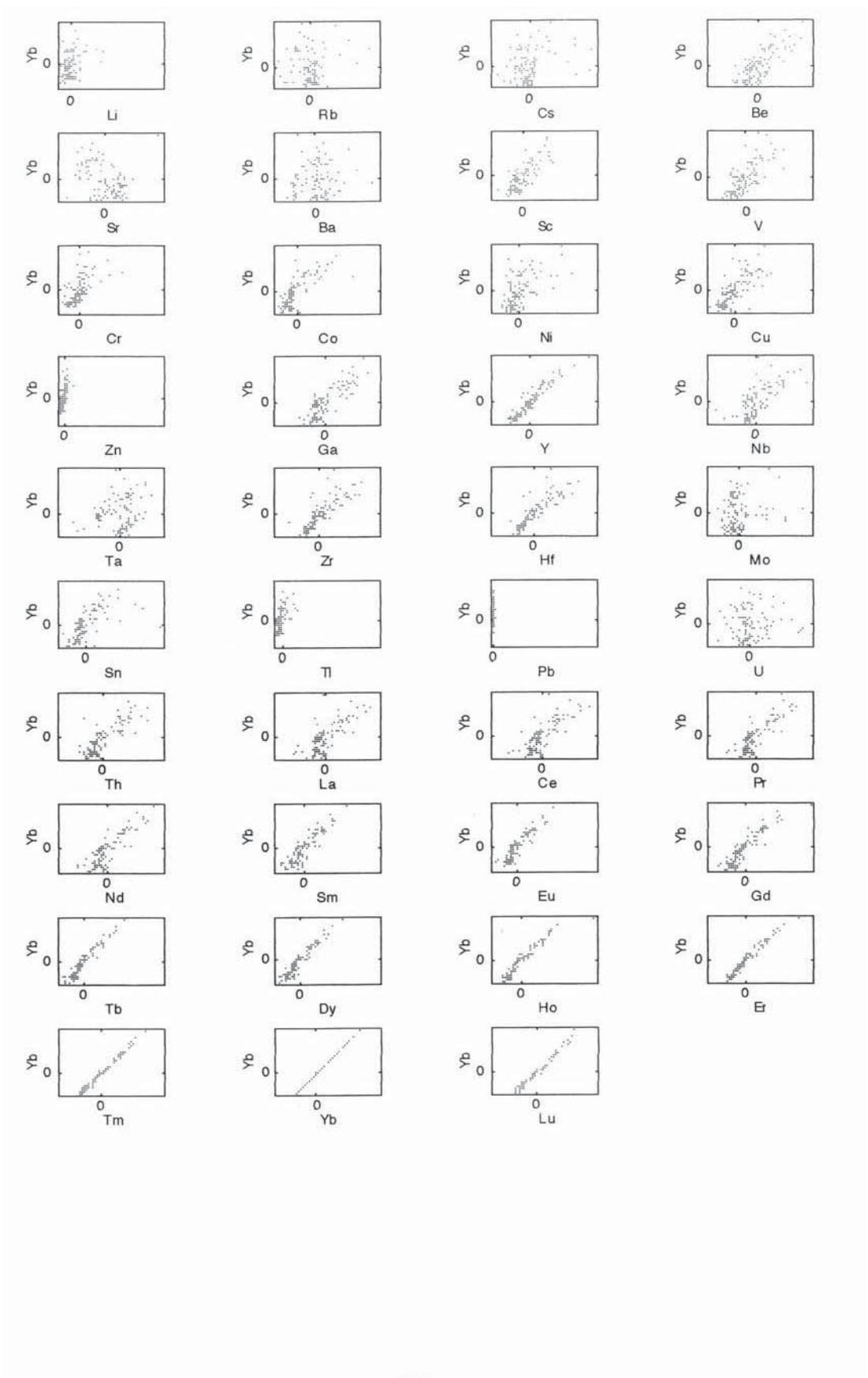


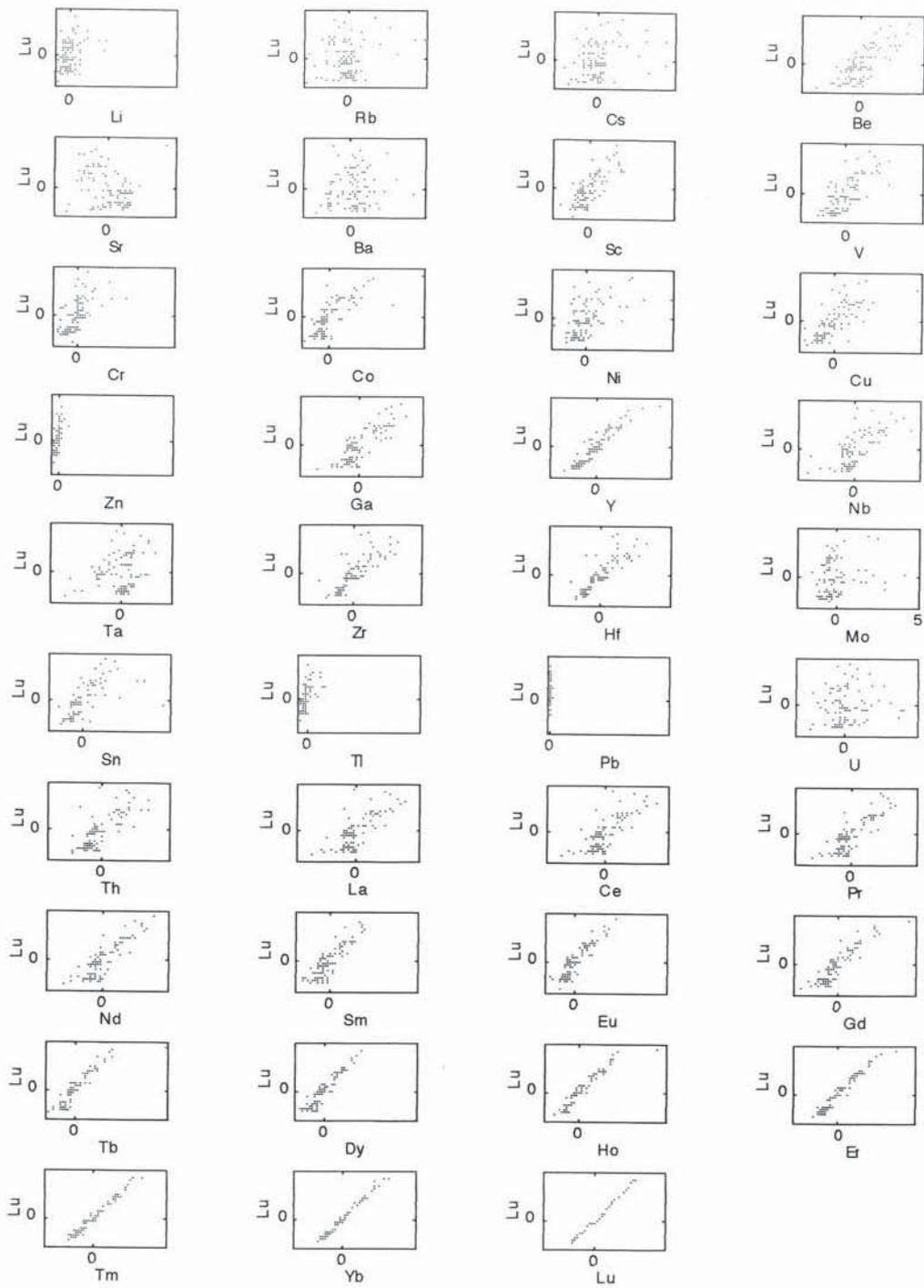






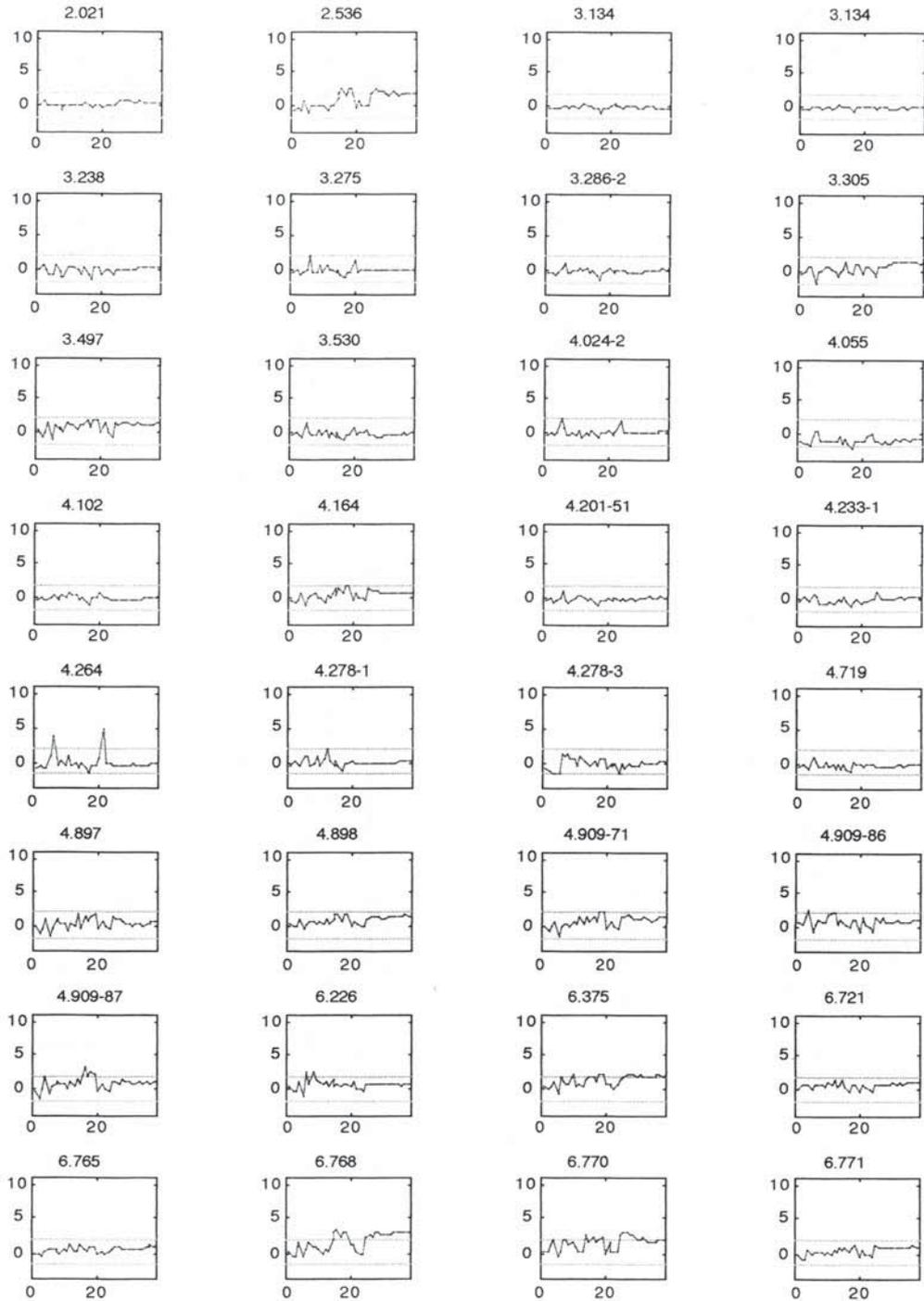


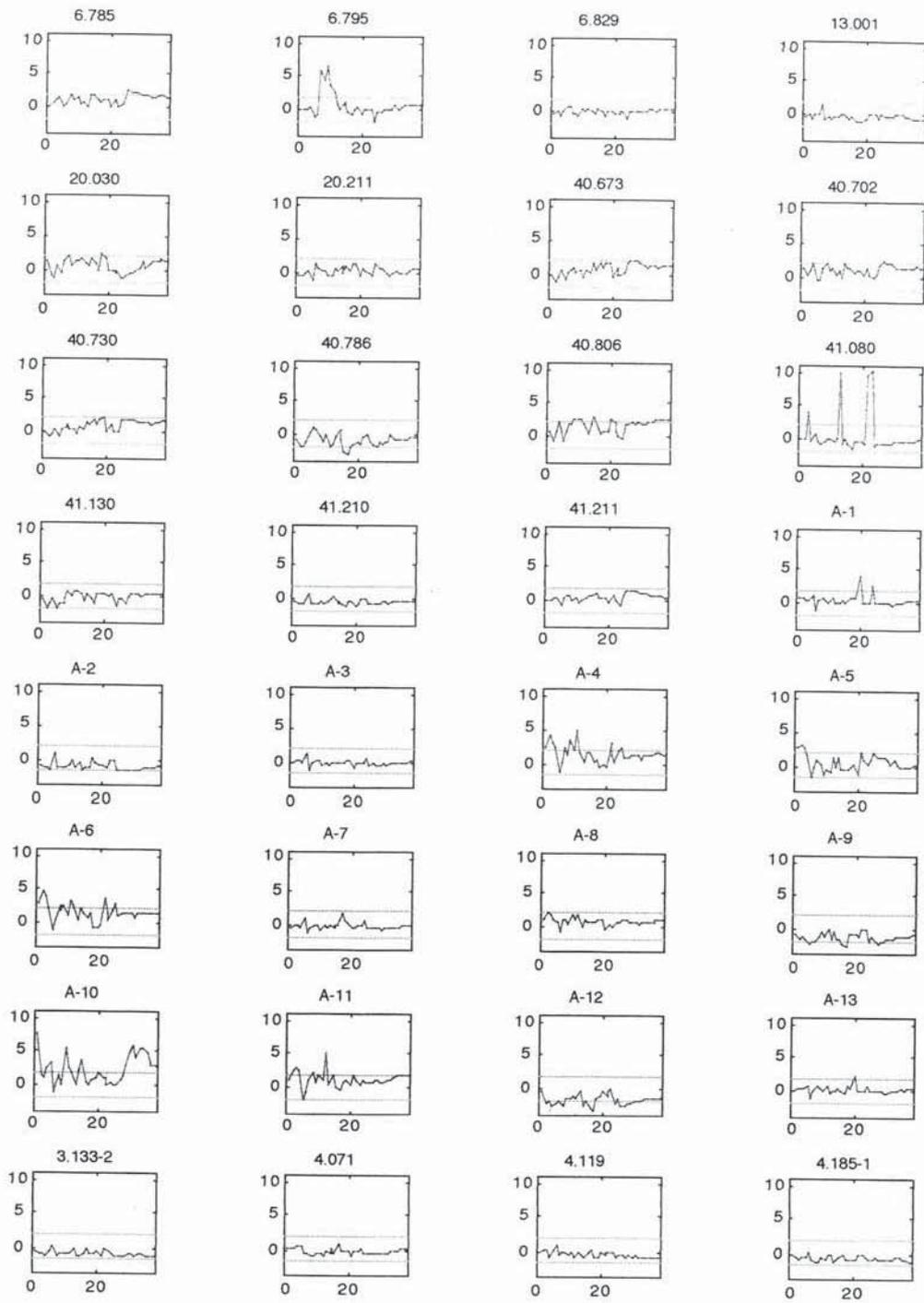


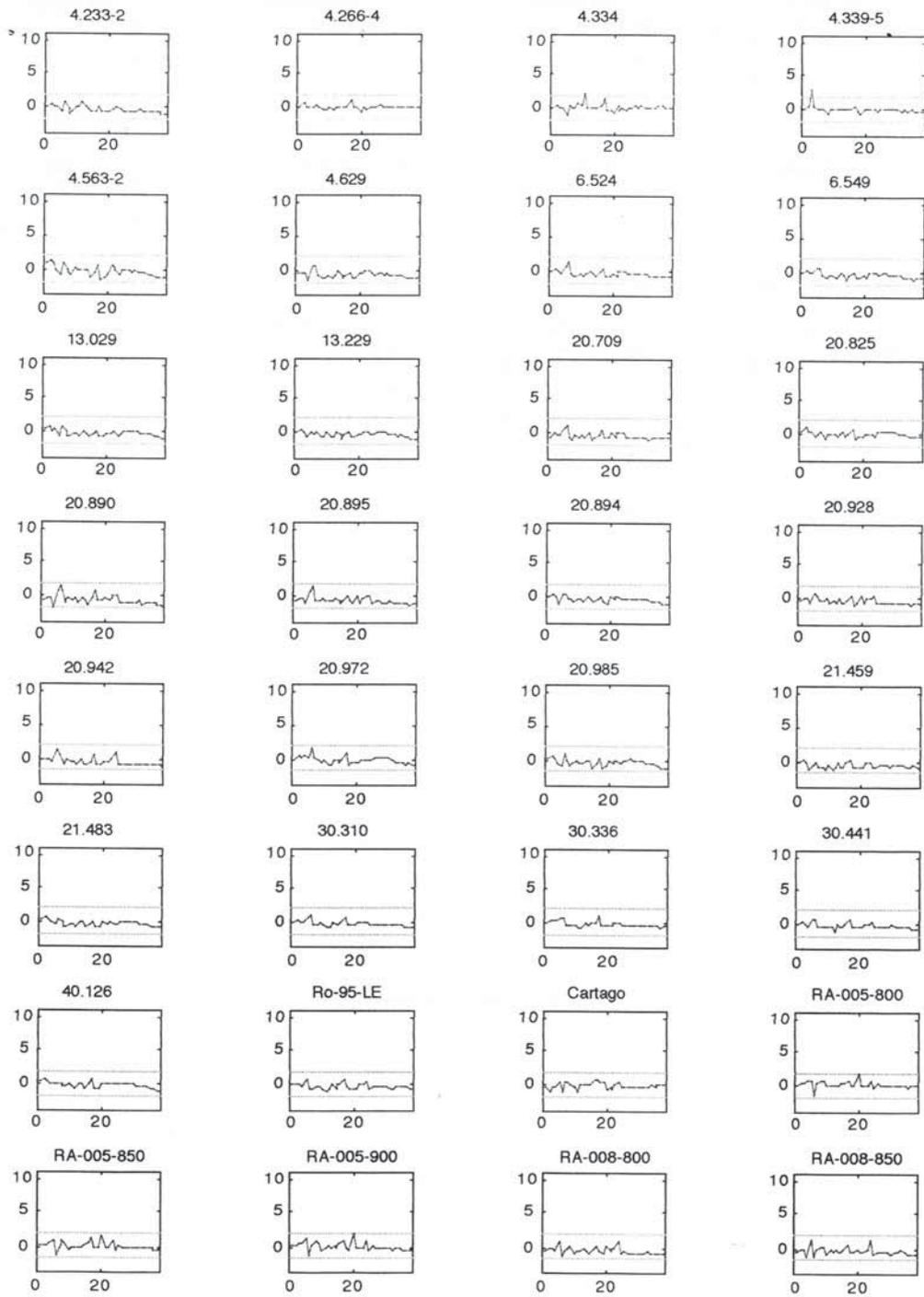


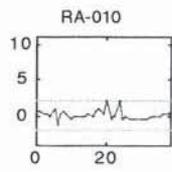
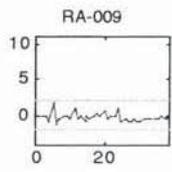
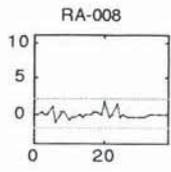
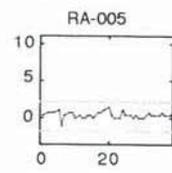
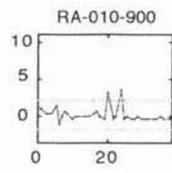
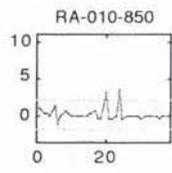
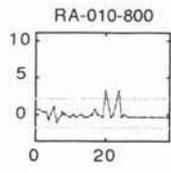
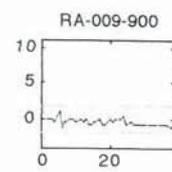
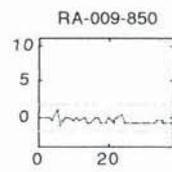
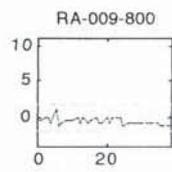
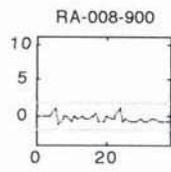
APENDICE 3

DIAGRAMA DEL CONTENIDO EN ELEMENTOS TRAZA. DATOS ESTANDARDIZADOS









APENDICE 4

ANALISIS DISCRIMINANTE Clasificación por Cronología

Group means

LI	36.19	38.29	42.80	40.13
RB	68.31	63.87	88.91	66.91
CS	4.30	4.59	4.39	2.84
BE	2.47	2.13	2.44	1.87
SR	226.81	360.78	386.98	361.16
BA	520.58	477.25	665.25	629.29
SC	14.99	14.52	18.16	15.38
V	126.10	124.43	146.84	131.80
CR	113.29	115.43	138.46	114.31
CO	16.21	15.60	22.55	15.05
NI	55.58	53.20	64.41	60.85
CU	38.94	34.12	40.87	41.33
ZN	138.13	316.79	155.70	162.09
GA	22.32	20.24	22.75	17.86
Y	20.69	19.89	23.65	18.31
NB	17.05	12.97	15.94	12.68
TA	1.17	0.92	1.15	0.86
ZR	108.11	76.01	98.33	84.80
HF	3.04	2.22	2.79	2.32
MO	1.23	1.54	1.52	1.25
SN	3.27	2.92	3.22	2.73
TL	0.45	1.01	0.44	0.25
PB	23.73	115.22	23.24	18.23
U	1.40	1.31	1.57	1.15
TH	13.54	11.24	13.15	9.02
LA	44.09	39.74	44.82	30.93
CE	87.09	77.85	91.73	62.28
PR	10.22	9.24	10.64	7.23
ND	37.77	35.07	40.32	27.18
SM	6.50	6.04	6.98	5.00
EU	1.41	1.35	1.61	1.24
GD	5.88	5.35	6.27	4.56
TB	0.81	0.75	0.88	0.65
DY	3.97	3.75	4.39	3.33
HO	0.83	0.78	0.92	0.70
ER	2.13	2.02	2.36	1.79
TM	0.33	0.30	0.36	0.28
YB	2.15	1.96	2.28	1.75
LU	0.30	0.28	0.32	0.25

Between groups F-matrix -- df = 23 7

	BF	BP	C	OR
BF	0.0			
BP	2.16	0.0		
C	1.78	1.85	0.0	
OR	1.94	1.97	2.95	0.0

Wilks' lambda

Lambda = 0.0025 df = 23 3 29  
 Approx. F= 1.9536 df = 69 21 prob = 0.0437

Classification functions

	BF	BP	C	OR
Constant	-445.88	-374.46	-479.15	-345.08
LI	-0.14	0.85	0.50	-0.24
RB	1.11	0.31	1.35	0.64
CS	-86.95	-72.41	-96.15	-61.67
BE	73.61	49.61	57.24	46.18
SR	0.32	0.37	0.37	0.33
BA	0.22	0.18	0.23	0.19
SC	-14.90	-16.23	-22.22	-3.51
V	-4.40	-3.67	-4.55	-2.40
CR	4.78	4.47	5.30	2.92
CO	-4.37	-2.89	-2.37	-6.25
NI	0.39	-0.40	0.50	0.70
CU	4.06	3.48	3.53	3.63
ZN	-1.03	-0.78	-0.97	-1.12
GA	31.89	27.19	35.61	17.38
Y	5.50	8.06	6.45	3.96
NB	-15.37	-21.36	-32.35	-2.85
TA	-41.99	65.89	249.80	-214.82
ZR	9.46	5.58	8.00	7.31
HF	-242.68	-119.41	-197.08	-160.76
MO	-118.26	-113.14	-127.51	-83.56
SN	77.11	74.54	64.43	83.59
TL	389.97	361.07	389.50	295.48
PB	0.57	0.10	0.52	1.05

Variable	F-to-remove	Tolerance	Variable	F-to-enter	Tolerance
1 LI	0.71	0.089278	24 U	2.44	0.050396
2 RB	1.79	0.051530	25 TH	0.47	0.008123
3 CS	2.59	0.009374	26 LA	3.25	0.006489
4 BE	0.33	0.053305	27 CE	1.89	0.010251
5 SR	0.19	0.108463	28 PR	6.50	0.002717
6 BA	0.84	0.202064	29 ND	11.12	0.002328
7 SC	2.18	0.011138	30 SM	4.97	0.006428
8 V	2.08	0.012129	31 EU	4.15	0.009488
9 CR	2.72	0.008454	32 GD	2.08	0.004295
10 CO	1.36	0.051077	33 TB	7.48	0.002401
11 NI	0.75	0.025630	34 DY	2.09	0.002739
12 CU	0.25	0.125694	35 HO	5.43	0.001286
13 ZN	0.90	0.001620	36 ER	2.22	0.005242
14 GA	1.52	0.008911	37 TM	0.49	0.004430
15 Y	0.50	0.049567	38 YB	1.84	0.001525
16 NB	2.25	0.003543	39 LU	4.92	0.001874
17 TA	2.45	0.002967			
18 ZR	2.33	0.003991			
19 HF	1.09	0.003395			
20 MO	1.50	0.042969			
21 SN	0.12	0.036258			
22 TL	0.61	0.002233			
23 PB	0.97	0.001001			

Classification matrix (cases in row categories classified into columns)

	BF	BP	C	OR	%correct
BF	10	0	0	0	100
BP	0	9	0	0	100
C	0	0	10	0	100
OR	0	0	0	4	100
Total	10	9	10	4	100
Not Grouped	62	1	3	8	

Jackknifed classification matrix

	BF	BP	C	OR	%correct
BF	5	3	2	0	50
BP	2	2	4	1	22
C	1	3	4	2	40
OR	2	1	1	0	0
Total	10	9	11	3	33

Eigen values	Canonical correlations	Cumulative proportion of total dispersion
9.847	0.953	0.481
7.087	0.936	0.827
3.539	0.883	1.000

Wilks' lambda=	0.003			
Approx.F=	2.025	df= 69,	21	p-tail= 0.0338
Pillai's trace=	2.564			
Approx.F=	2.300	df= 69,	27	p-tail= 0.0091
Lawley-Hotelling trace=	20.474			
Approx.F=	1.681	df= 69,	17	p-tail= 0.1153

Canonical discriminant functions

	1	2	3
Constant	-15.70	10.90	2.11
LI	0.07	0.15	0.02
RB	0.08	-0.12	-0.09
CS	-3.59	2.18	0.76
BE	0.91	-3.58	2.69
SR	0.00	0.01	-0.00
BA	0.00	-0.01	-0.00
SC	-1.88	-0.23	-0.10
V	-0.21	0.11	-0.09
CR	0.24	-0.04	0.06
CO	0.39	0.23	0.04
NI	-0.01	-0.12	-0.15
CU	-0.02	-0.09	0.06
ZN	0.01	0.04	0.03
GA	1.83	-0.69	0.29
Y	0.22	0.40	0.32
NB	-3.05	-0.93	0.87
TA	48.56	16.60	-18.70
ZR	0.08	-0.59	-0.01
HF	-3.81	18.66	-1.00
MO	-4.33	0.70	-1.39
SN	-2.05	-0.39	1.19
TL	8.98	-4.16	6.35
PB	-0.04	-0.07	-0.10
U	.	.	.
TH	.	.	.
LA	.	.	.
CE	.	.	.
PR	.	.	.
ND	.	.	.
SM	.	.	.
EU	.	.	.
GD	.	.	.
TB	.	.	.
DY	.	.	.
HO	.	.	.
ER	.	.	.
TM	.	.	.
YB	.	.	.
LU	.	.	.

Canonical discriminant functions -- standardized by within variances

	1	2	3
LI	0.72	1.55	0.25
RB	1.49	-2.20	-1.67
CS	-6.66	4.04	1.41
BE	0.33	-1.31	0.98
SR	0.46	0.69	-0.36
BA	0.69	-0.86	-0.55
SC	-6.86	-0.82	-0.35
V	-5.51	2.80	-2.38
CR	8.00	-1.45	2.20
CO	2.43	1.44	0.23
NI	-0.09	-2.16	-2.63
CU	-0.13	-0.76	0.56
ZN	3.32	11.13	8.26
GA	6.49	-2.44	1.02
Y	0.81	1.48	1.18
NB	-11.49	-3.49	3.25
TA	12.38	4.23	-4.77
ZR	1.58	-11.84	-0.19
HF	-2.07	10.11	-0.54
MO	-3.00	0.48	-0.97
SN	-1.07	-0.21	0.62
TL	7.92	-3.67	5.60
PB	-6.16	-10.61	-14.34
U	.	.	.
TH	.	.	.
LA	.	.	.
CE	.	.	.
PR	.	.	.
ND	.	.	.
SM	.	.	.
EU	.	.	.
GD	.	.	.
TB	.	.	.
DY	.	.	.
HO	.	.	.
ER	.	.	.
TM	.	.	.
YB	.	.	.
LU	.	.	.

Canonical scores of group means

BF	-.349	-3.063	1.557
BP	-.428	3.521	1.427
C	3.347	-.041	-1.768
OR	-6.532	-.162	-2.683

ANALISIS DISCRIMINANTE Clasificación: arcillas y cerámicas

Arc.M: arcillas miocenas

Arc.0: otras arcillas

Group frequencies

	ARC.M	CERAMICA	ARC.0
Frequencies	21	78	8

Group means

	ARC.M	CERAMICA	ARC.0
LI	41.22	37.96	82.01
RB	89.87	83.46	141.28
CS	4.45	4.17	7.23
BE	1.96	2.04	2.49
SR	631.98	407.64	299.76
BA	230.05	584.87	332.68
SC	12.88	13.69	15.67
V	119.99	111.87	126.39
CR	111.61	108.40	120.04
CO	9.85	13.54	20.94
NI	54.71	52.40	81.51
CU	25.21	30.25	46.91
ZN	88.88	139.29	112.31
GA	15.91	17.83	21.00
Y	16.83	18.00	20.52
NB	12.02	12.71	10.76
TA	1.14	1.03	0.90
ZR	69.06	72.65	68.29
HF	1.82	2.04	1.98
MO	2.81	1.34	1.37
SN	2.44	2.73	3.65
TL	0.28	0.41	0.74
PB	17.70	30.41	26.01
U	2.60	1.52	1.98
TH	8.15	10.18	11.93
LA	31.93	35.83	34.81
CE	59.20	70.37	69.25
PR	6.90	8.21	8.60
ND	26.19	30.99	33.95
SM	4.57	5.41	6.44
EU	0.98	1.21	1.37
GD	4.07	4.75	5.50
TB	0.55	0.65	0.81
DY	2.97	3.34	4.08
HO	0.61	0.69	0.83
ER	1.52	1.74	2.07
TM	0.23	0.26	0.31
YB	1.46	1.67	1.98
LU	0.21	0.24	0.28

Between groups F-matrix -- df = 38 67

	ARC.M	CERAMICA	ARC.O
ARC.M	0.0		
CERAMICA	12.02	0.0	
ARC.O	7.94	7.91	0.0

Wilks' lambda

Lambda =	0.0182	df =	38	2	104
Approx. F=	11.2966	df =	76	134	prob = 0.0000

Classification functions

	ARC.M	CERAMICA	ARC.O
Constant	-123.80	-97.75	-104.92
LI	0.16	0.41	0.77
RB	-0.39	-0.47	-0.19
CS	-3.30	-1.23	-1.26
BE	6.87	4.87	-7.26
SR	0.05	0.04	0.00
BA	0.00	0.05	0.03
SC	2.43	1.52	-0.97
V	0.98	0.45	0.84
CR	-0.34	0.03	-0.19
CO	-4.19	-3.26	-2.87
NI	0.91	0.40	0.51
CU	0.31	0.36	0.24
ZN	-0.24	-0.11	-0.28
GA	-1.01	-0.14	0.60
Y	12.12	11.34	9.73
NB	-10.71	-8.92	-5.00
TA	69.74	45.26	25.95
ZR	-0.40	-0.24	-1.17
HF	46.96	34.52	59.66
MO	-1.78	-4.79	-8.99
SN	0.29	-3.50	-0.28
TL	-5.28	-3.14	9.65
PB	0.58	0.27	0.52
U	3.16	-2.84	4.04
TH	2.87	3.51	2.16
LA	5.38	6.68	7.33
CE	-0.68	-0.63	-0.95
PR	30.02	10.54	-0.65
ND	-15.62	-11.49	-13.26
SM	17.49	29.88	51.94
EU	40.93	19.15	-26.78
GD	11.97	3.82	6.14
TB	-112.05	-189.50	-257.47
DY	22.57	25.20	25.75
HO	166.04	127.70	129.29
ER	-109.43	-77.93	-59.32
YB	-181.11	-139.74	-150.67
LU	611.12	417.99	866.59

Variable	F-to-remove	Tolerance	Variable	F-to-enter	Tolerance
1 LI	3.40	0.072796	37 TM	1.32	0.007252
2 RB	1.88	0.067845			
3 CS	1.54	0.093481			
4 BF	1.46	0.089125			
5 SR	6.20	0.281701			
6 BA	9.97	0.240248			
7 SC	2.36	0.041170			
8 V	6.80	0.039999			
9 CR	4.04	0.048586			
10 CO	2.67	0.055906			
11 NI	6.93	0.112743			
12 CU	0.55	0.146038			
13 ZN	4.57	0.006340			
14 GA	1.56	0.023191			
15 Y	1.82	0.007655			
16 NB	3.24	0.023566			
17 TA	5.52	0.070029			
18 ZR	3.27	0.007182			
19 HF	2.40	0.005877			
20 MO	3.95	0.274226			
21 SN	1.21	0.211302			
22 TL	2.67	0.014704			
23 PB	2.37	0.004346			
24 U	2.12	0.193647			
25 TH	0.40	0.029108			
26 LA	0.95	0.005127			
27 CE	1.90	0.009127			
28 PR	2.14	0.001017			
29 ND	3.59	0.001591			
30 SM	3.35	0.003397			
31 EU	1.23	0.004876			
32 GD	1.86	0.006195			
33 TB	3.72	0.005264			
34 DY	11.20	0.005784			
35 HO	-470729.31	0.002634			
36 ER	5.69	0.006707			
38 YB	19.36	0.004097			
39 LU	-2637244.50	0.008466			

Classification matrix (cases in row categories classified into columns)

	ARC.M	CERAMICA	ARC.O	%correct
ARC.M	21	0	0	100
CERAMICA	0	78	0	100
ARC.O	0	0	8	100
Total	21	78	8	100

Jackknifed classification matrix

	ARC.M	CERAMICA	ARC.O	%correct
ARC.M	21	0	0	100
CERAMICA	3	73	2	94
ARC.O	0	2	6	75
Total	24	75	8	93

Eigen values	Canonical correlations	Cumulative proportion of total dispersion
6.892	0.935	0.619
4.245	0.900	1.000

Wilks' lambda= 0.024  
 Approx.F= 9.581 df= 76, 134 p-tail= 0.0000

Pillai's trace= 1.683  
 Approx.F= 9.487 df= 76, 136 p-tail= 0.0000

Lawley-Hotelling trace= 11.137  
 Approx.F= 9.672 df= 76, 132 p-tail= 0.0000

Canonical discriminant functions

	1	2
Constant	1.75	3.08
LI	0.03	0.06
RB	-0.02	0.03
CS	0.30	0.12
BE	-0.09	-1.67
SR	-0.00	-0.01
BA	0.01	0.00
SC	-0.09	-0.37
V	-0.08	0.02
CR	0.06	-0.01
CO	0.13	0.11
NI	-0.08	-0.02
CU	0.01	-0.01
ZN	0.02	-0.01
GA	0.12	0.15
Y	-0.09	-0.25
NB	0.19	0.61
TA	-3.25	-3.92
ZR	0.04	-0.11
HF	-2.24	2.47
MO	-0.37	-0.72
SN	-0.61	0.19
TL	0.10	1.76
PB	-0.05	0.01
U	-0.99	0.52
TH	0.12	-0.13
LA	0.18	0.16
CE	0.01	-0.04
PR	-2.66	-2.58
ND	0.63	0.02
SM	1.44	3.55
EU	-2.41	-7.16
GD	-1.23	-0.19
TB	-10.17	-13.27
DY	0.38	0.23
HO	-5.63	-2.07
ER	4.29	4.24
TM	.	.
YB	6.23	1.06
LU	-35.83	45.82

Canonical discriminant functions -- standardized by within variances

	1	2
LI	0.51	1.01
RB	-0.46	0.81
CS	0.49	0.19
BE	-0.04	-0.69
SR	-0.15	-0.79
BA	1.04	0.06
SC	-0.29	-1.20
V	-2.12	0.46
CR	1.55	-0.15
CO	0.84	0.68
NI	-1.29	-0.27
CU	0.11	-0.14
ZN	3.75	-2.24
GA	0.47	0.59
Y	-0.36	-1.02
NB	0.62	1.93
TA	-0.79	-0.95
ZR	0.89	-2.44
HF	-1.41	1.56
MO	-0.30	-0.59
SN	-0.41	0.13
TL	0.05	0.91
PB	-3.84	1.07
U	-0.49	0.26
TH	0.32	-0.36
LA	1.42	1.26
CE	0.22	-0.66
PR	-5.21	-5.06
ND	4.78	0.15
SM	1.91	4.72
EU	-0.75	-2.24
GD	-1.45	-0.22
TB	-1.91	-2.49
DY	0.32	0.19
HO	-0.99	-0.36
ER	1.94	1.92
TM	.	.
YB	2.84	0.48
LU	-2.22	2.84

Canonical scores of group means

ARC.M	-4.991	-1.247
CERAMICA	1.499	-.387
ARC.O	-1.515	7.046

ANALISIS DISCRIMINANTE Clasificación por tecnología

Group frequencies

Frequencies	ARCILLAS 28	MANO 33	TORNO 46
-------------	----------------	------------	-------------

Group means

	ARCILLAS	MANO	TORNO
LI	52.85	39.24	37.13
RB	104.42	73.17	91.07
CS	5.23	4.23	4.15
BE	2.10	2.29	1.86
SR	537.65	328.17	469.17
BA	260.39	565.78	590.23
SC	13.64	15.87	12.13
V	121.39	132.62	97.42
CR	113.68	121.63	99.19
CO	12.95	17.82	10.43
NI	62.41	58.24	48.23
CU	31.30	38.50	24.29
ZN	95.40	195.08	98.28
GA	17.31	21.34	15.30
Y	17.84	21.08	15.79
NB	11.60	15.07	11.03
TA	1.06	1.06	1.01
ZR	68.80	93.57	57.59
HF	1.86	2.65	1.60
MO	2.38	1.40	1.33
SN	2.78	3.09	2.47
TL	0.41	0.58	0.29
PB	20.05	47.87	17.63
U	2.43	1.40	1.63
TH	9.22	12.25	8.66
LA	32.64	41.53	31.72
CE	61.87	82.97	61.20
PR	7.37	9.72	7.10
ND	28.32	36.52	26.97
SM	5.09	6.34	4.73
EU	1.09	1.43	1.04
GD	4.47	5.69	4.07
TB	0.62	0.79	0.54
DY	3.28	3.96	2.88
HO	0.67	0.83	0.58
ER	1.68	2.13	1.46
TM	0.25	0.33	0.22
YB	1.60	2.09	1.36
LU	0.23	0.30	0.20

Between groups F-matrix -- df = 39 66

	ARCILLAS	MANO	TORNO
ARCILLAS	0.0		
MANO	12.62	0.0	
TORNO	7.56	9.29	0.0

Wilks' lambda

Lambda = 0.0134 df = 39 2 104  
 Approx. F= 12.9096 df = 78 132 prob = 0.0000

Classification functions

	ARCILLAS	MANO	TORNO
Constant	-105.68	-122.46	-95.08
LI	0.63	0.59	0.55
RB	-0.45	-0.87	-0.52
CS	-1.85	-1.57	-0.48
BE	-7.28	-8.02	-0.80
SR	0.03	0.03	0.03
BA	0.02	0.04	0.05
SC	0.16	1.25	0.75
V	0.87	0.56	0.46
CR	-0.21	-0.08	0.03
CO	-3.08	-2.45	-2.78
NI	0.65	0.46	0.32
CU	0.26	0.31	0.33
ZN	-0.19	0.03	-0.07
GA	1.07	2.06	0.58
Y	11.25	13.71	10.79
NB	-7.58	-8.03	-7.29
TA	41.04	43.61	37.41
ZR	-0.66	-0.67	-0.68
HF	45.78	40.93	44.32
MO	-8.29	-10.75	-7.59
SN	-0.80	-4.43	-3.53
TL	10.91	35.18	6.66
PB	0.37	-0.20	0.14
U	4.20	-0.97	-2.66
TH	2.98	5.80	3.72
LA	6.14	8.14	7.81
CE	-1.25	-1.50	-0.95
PR	27.22	24.64	1.50
ND	-16.51	-16.34	-11.48
SM	37.30	35.28	42.75
EU	12.56	60.14	6.18
GD	10.06	2.78	3.65
TB	-237.19	-237.55	-229.08
DY	16.37	-3.29	18.31
HO	180.15	219.36	121.89
ER	-81.55	-100.02	-73.78
TM	119.99	200.95	220.67
YB	-182.37	-163.33	-153.54
LU	771.98	544.83	522.98

Variable	F-to-remove	Tolerance	Variable	F
1 LI	1.20	0.058183		
2 RB	6.78	0.052736		
3 CS	2.63	0.077692		
4 BE	1.53	0.099758		
5 SR	1.08	0.285754		
6 BA	7.89	0.232066		
7 SC	0.85	0.054319		
8 V	5.43	0.064153		
9 CR	2.59	0.057935		
10 CO	1.23	0.063025		
11 NI	4.47	0.111689		
12 CU	0.53	0.159718		
13 ZN	7.17	0.006318		
14 GA	2.08	0.033626		
15 Y	3.89	0.009840		
16 NB	0.49	0.035917		
17 TA	2.76	0.071658		
18 ZR	3.24	0.013831		
19 HF	2.55	0.012127		
20 MO	2.27	0.236147		
21 SN	1.12	0.207121		
22 TL	6.69	0.013343		
23 PB	5.89	0.004053		
24 U	2.93	0.175428		
25 TH	1.55	0.035752		
26 LA	1.78	0.006919		
27 CE	3.28	0.012193		
28 PR	6.03	0.001278		
29 ND	7.06	0.001900		
30 SM	3.31	0.004038		
31 EU	2.54	0.005838		
32 GD	2.59	0.008261		
33 TB	2.11	0.007095		
34 DY	13.60	0.006807		
35 HO	-483970.88	0.003426		
36 ER	5.11	0.009973		
37 TM	-2327687.50	0.011654		
38 YB	29.92	0.005671		
39 LU	-2536832.50	0.014706		

Classification matrix (cases in row categories classified into columns)

	ARCILLAS	MANO	TORNO	%correct
ARCILLAS	28	0	0	100
MANO	0	31	2	94
TORNO	1	0	45	98
Total	29	31	47	97

Jackknifed classification matrix

	ARCILLAS	MANO	TORNO	%correct
ARCILLAS	26	1	1	93
MANO	2	26	5	79
TORNO	2	4	40	87
Total	30	31	46	86

	Eigen values	Canonical correlations	Cumulative proportion of total dispersion	
	7.587	0.940		0.666
	3.809	0.890		1.000
Wilks' lambda=		0.024		
Approx.F=		9.183	df= 78,	132 p-tail= 0.0000
Pillai's trace=		1.676		
Approx.F=		8.874	df= 78,	134 p-tail= 0.0000
Lawley-Hotelling trace=		11.397		
Approx.F=		9.497	df= 78,	130 p-tail= 0.0000

Canonical discriminant functions

	1	2
Constant	2.85	-3.01
LI	0.00	0.02
RB	0.06	-0.02
CS	0.00	-0.32
BE	0.33	-1.71
SR	-0.00	-0.00
BA	-0.00	-0.01
SC	-0.15	-0.04
V	0.03	0.07
CR	-0.01	-0.05
CO	-0.09	-0.01
NI	0.02	0.06
CU	-0.01	-0.01
ZN	-0.03	-0.01
GA	-0.17	0.22
Y	-0.40	0.36
NB	0.08	-0.12
TA	-0.52	1.17
ZR	-0.00	0.00
HF	0.70	-0.12
MO	0.40	-0.42
SN	0.47	0.33
TL	-3.89	3.51
PB	0.08	0.00
U	0.57	1.22
TH	-0.41	0.10
LA	-0.25	-0.22
CE	0.05	-0.10
PR	-0.47	6.24
ND	0.14	-1.25
SM	0.50	-1.58
EU	-7.57	6.39
GD	0.91	0.89
TB	0.33	-2.09
DY	3.10	-2.46
HO	-8.03	18.66
ER	3.12	-3.82
TM	-9.09	-17.32
YB	-1.96	-5.38
LU	26.65	40.15

Canonical discriminant functions -- standardized by within variances

	1	2
LI	0.07	0.32
RB	1.77	-0.68
CS	0.01	-0.55
BE	0.13	-0.67
SR	-0.09	-0.06
BA	-0.18	-0.99
SC	-0.42	-0.11
V	0.67	1.47
CR	-0.31	-1.16
CO	-0.54	-0.07
NI	0.32	1.10
CU	-0.07	-0.14
ZN	-4.89	-1.28
GA	-0.57	0.75
Y	-1.38	1.27
NB	0.21	-0.32
TA	-0.13	0.29
ZR	-0.00	0.07
HF	0.31	-0.05
MO	0.37	-0.38
SN	0.32	0.22
TL	-2.01	1.81
PB	6.35	0.05
U	0.29	0.63
TH	-0.99	0.23
LA	-1.70	-1.49
CE	0.71	-1.47
PR	-0.79	10.35
ND	0.95	-8.26
SM	0.60	-1.93
EU	-2.13	1.80
GD	0.92	0.90
TB	0.05	-0.34
DY	2.37	-1.88
HO	-1.21	2.81
ER	1.16	-1.42
TM	-0.50	-0.96
YB	-0.69	-1.89
LU	1.27	1.91

Canonical scores of group means

ARCILLAS	3.398	2.156
MANO	-3.694	1.205
TORNO	.582	-2.177

ANALISIS DISCRIMINANTE Clasificación por formas

Group frequencies

	ANFORA	OTROS
Frequencies	33	12

Group means

	ANFORA	OTROS
LI	38.91	31.86
RB	92.95	85.69
CS	4.38	3.47
BE	1.88	1.76
SR	459.54	483.49
BA	577.91	656.49
SC	12.14	11.94
V	96.35	97.49
CR	96.03	106.07
CO	10.23	10.86
NI	45.08	56.44
CU	22.58	28.67
ZN	92.55	114.40
GA	15.40	14.85
Y	15.06	17.59
NB	11.38	9.88
TA	1.11	0.71
ZR	55.00	63.69
HF	1.51	1.80
MO	1.18	1.59
SN	2.37	2.75
TL	0.29	0.30
PB	17.46	18.05
U	1.63	1.58
TH	8.40	9.38
LA	31.62	31.73
CE	60.97	61.54
PR	7.06	7.20
ND	26.86	27.15
SM	4.68	4.85
EU	1.02	1.11
GD	3.94	4.41
TB	0.52	0.60
DY	2.80	3.10
HO	0.56	0.65
ER	1.38	1.68
TM	0.20	0.26
YB	1.26	1.62
LU	0.18	0.23

Between groups F-matrix -- df = 37 7

	ANFORA	OTROS
ANFORA	0.0	
OTROS	5.81	0.0

Wilks' lambda

Lambda =	0.0315	df =	37	1	43
Approx. F=	5.8129	df =	37	7	prob = 0.0106

Classification functions

	ANFORA	OTROS
Constant	-455.63	-431.04
LI	-0.46	3.53
RB	-6.26	-7.75
CS	30.99	30.96
BE	-34.55	-134.81
SR	-0.31	-0.34
BA	0.28	0.31
SC	52.60	42.52
V	8.66	9.75
CR	-2.28	0.54
CO	-41.77	-24.17
NI	5.34	2.16
CU	1.54	0.33
ZN	0.12	-0.03
GA	-21.65	-31.66
Y	36.45	50.67
NB	-105.86	-121.63
TA	672.19	563.83
ZR	10.69	4.51
HF	-432.57	-217.92
MO	-107.12	-91.65
SN	-10.49	-14.49
TL	660.57	736.20
PB	-8.22	-9.54
U	267.76	219.76
TH	30.93	43.80
LA	-54.03	-39.51
CE	16.95	19.90
PR	285.47	282.30
ND	27.24	-2.06
SM	-359.35	-336.51
EU	-925.80	-862.06
GD	298.17	270.80
TB	-958.88	-1093.26
DY	211.08	203.39
HO	-738.74	-560.33
ER	-282.15	-184.31
TM	543.10	516.26

Variable	F-to-remove	Tolerance	Variable	F-to-enter	Tolerance
1 LI	1.19	0.028201	38 YB	0.51	0.000777
2 RB	0.15	0.006194	39 LU	0.01	0.016115
3 CS	0.00	0.109543			
4 BE	3.80	0.104573			
5 SR	0.01	0.018122			
6 BA	0.15	0.102941			
7 SC	0.09	0.011843			
8 V	0.08	0.023302			
9 CR	2.53	0.032054			
10 CO	1.43	0.018934			
11 NI	2.45	0.034141			
12 CU	0.48	0.162061			
13 ZN	0.03	0.105423			
14 GA	0.10	0.007923			
15 Y	0.24	0.007407			
16 NB	0.14	0.010599			
17 TA	0.23	0.025170			
18 ZR	2.29	0.015795			
19 HF	2.22	0.018212			
20 MO	0.12	0.060754			
21 SN	0.05	0.194971			
22 TL	0.03	0.021683			
23 PB	0.11	0.105828			
24 U	0.25	0.026586			
25 TH	0.32	0.027796			
26 LA	0.15	0.001187			
27 CE	0.02	0.001079			
28 PR	0.00	0.001060			
29 ND	1.26	0.002661			
30 SM	0.04	0.005224			
31 EU	0.02	0.010510			
32 GD	0.08	0.011000			
33 TB	0.06	0.015219			
34 DY	0.01	0.017098			
35 HO	0.09	0.012906			
36 ER	0.24	0.014533			
37 TM	0.00	0.027175			

Classification matrix (cases in row categories classified into columns)

	ANFORA	OTROS	%correct
ANFORA	33	0	100
OTROS	0	12	100
Total	33	12	100
Not Grouped	62	0	

Jackknifed classification matrix

	ANFORA	OTROS	%correct
ANFORA	24	9	73
OTROS	4	8	67
Total	28	17	71
Eigen	Canonical	Cumulative	proportion

	values	correlations	of total dispersion	
	30.725	0.984		1.000
Wilks' lambda=		0.032		
Approx.F=		5.813	df= 37,	7 p-tail= 0.0106
Pillai's trace=		0.968		
Approx.F=		5.813	df= 37,	7 p-tail= 0.0106
Lawley-Hotelling trace=	30.725			
Approx.F=	5.813		df= 37,	7 p-tail= 0.0106

Canonical discriminant functions

	1
Constant	4.87
LI	0.33
RB	-0.12
CS	-0.00
BE	-8.18
SR	-0.00
BA	0.00
SC	-0.82
V	0.09
CR	0.23
CO	1.44
NI	-0.26
CU	-0.10
ZN	-0.01
GA	-0.82
Y	1.16
NB	-1.29
TA	-8.84
ZR	-0.50
HF	17.52
MO	1.26
SN	-0.33
TL	6.17
PB	-0.11
U	-3.92
TH	1.05
LA	1.18
CE	0.24
PR	-0.26
ND	-2.39
SM	1.86
EU	5.20
GD	-2.23
TB	-10.97
DY	-0.63
HO	14.56
ER	7.98
TM	-2.19
YB	.
LU	.

Canonical discriminant functions -- standardized by within variances

---

	1
LI	2.30
RB	-1.88
CS	-0.00
BE	-1.86
SR	-0.24
BA	0.46
SC	-1.08
V	0.73
CR	2.93
CO	3.04
NI	-2.80
CU	-0.64
ZN	-0.22
GA	-1.35
Y	2.13
NB	-1.38
TA	-1.15
ZR	-4.01
HF	3.70
MO	0.53
SN	-0.20
TL	0.48
PB	-0.38
U	-1.15
TH	1.27
LA	4.26
CE	1.77
PR	-0.22
ND	-7.68
SM	1.05
EU	0.58
GD	-1.03
TB	-0.73
DY	-0.21
HO	1.03
ER	1.55
TM	-0.06
YB	.
LU	.

Canonical scores of group means

---

ANFORA	-3.267
OTROS	8.985

APENDICE 5

Mineralogía de arcillas y muestras cocidas experimentales

Fig. 1

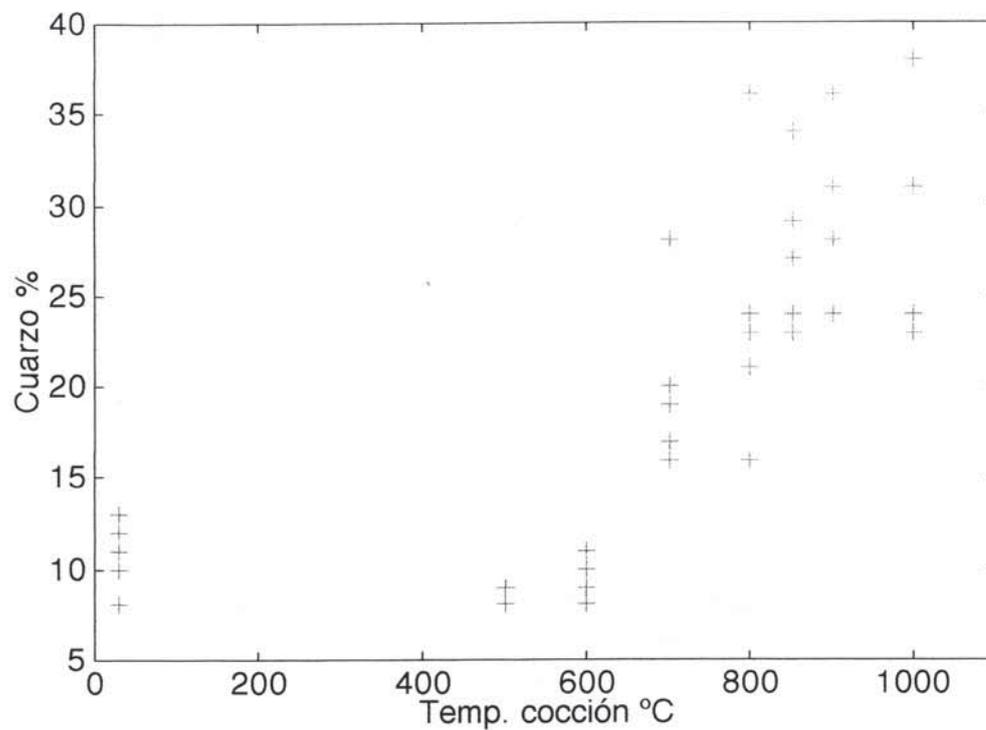


Fig. 2

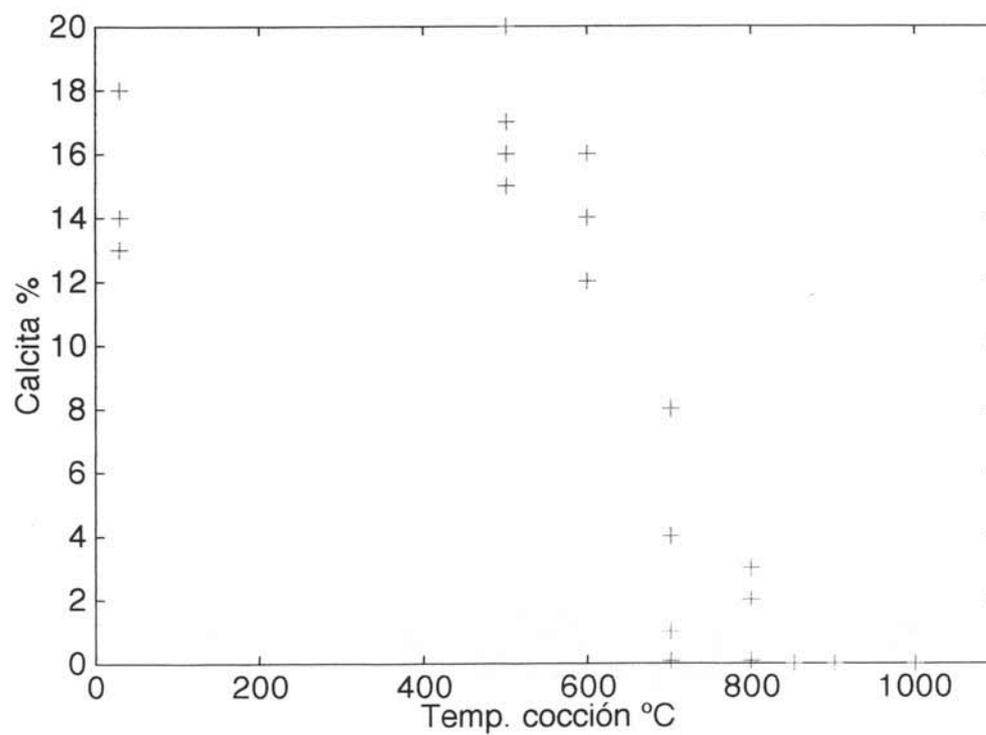


Fig. 3

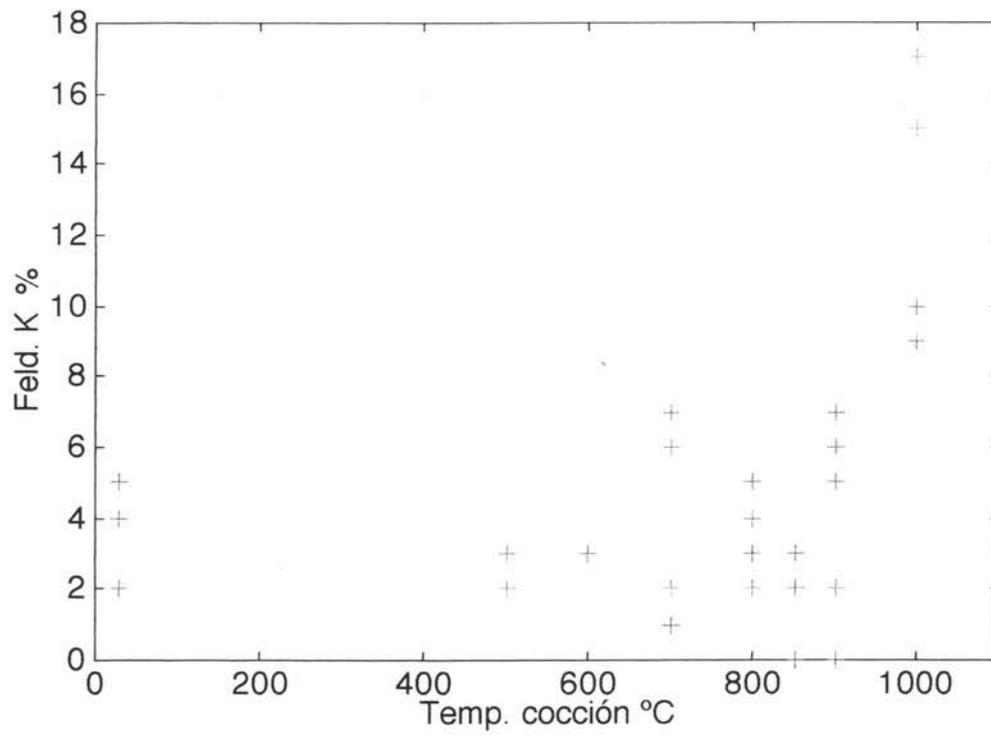


Fig. 4

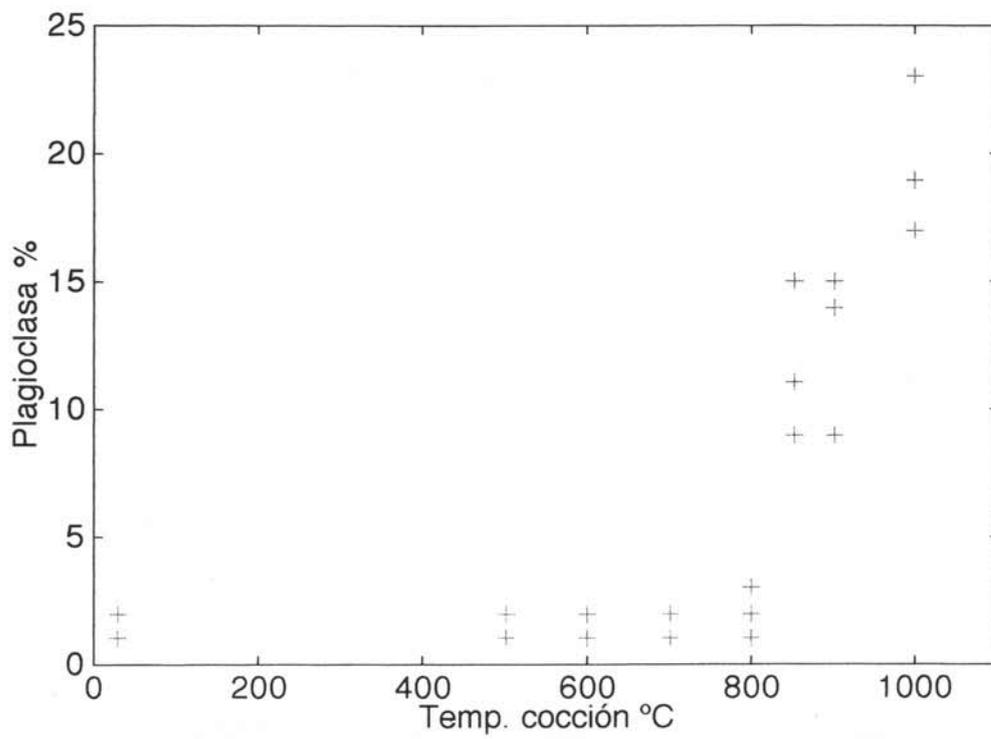


Fig. 5

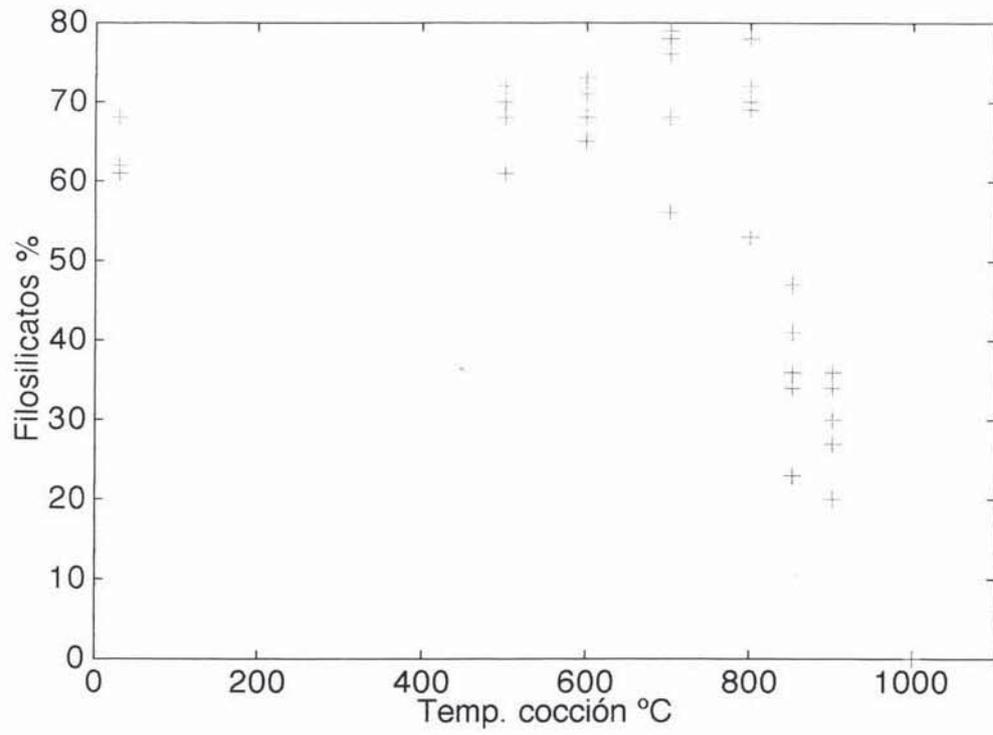


Fig. 6

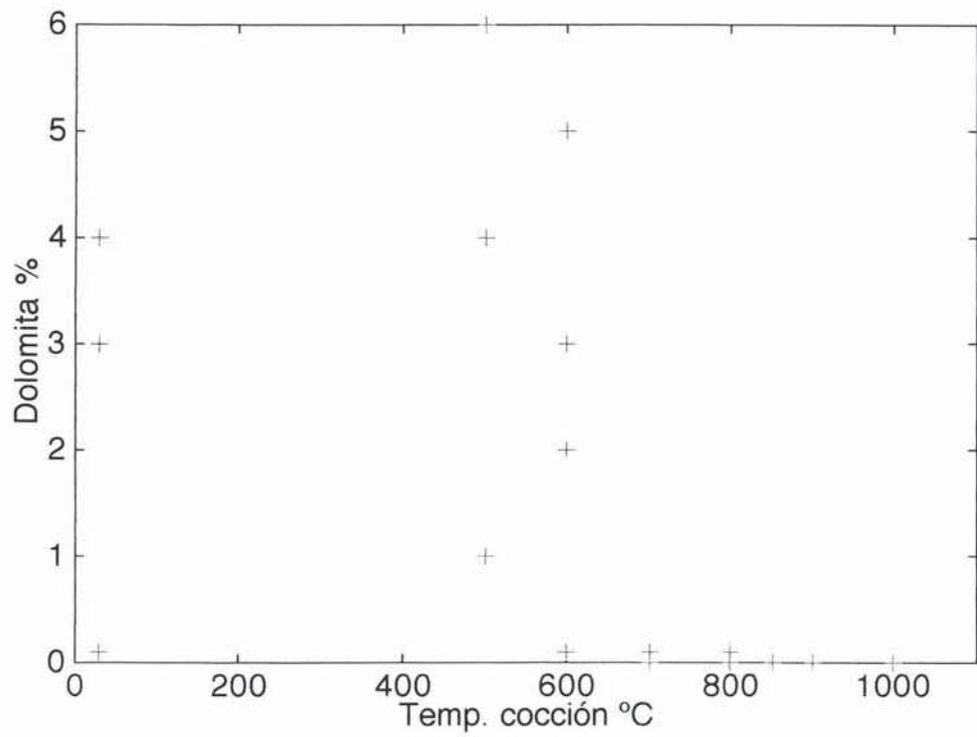


Fig. 7

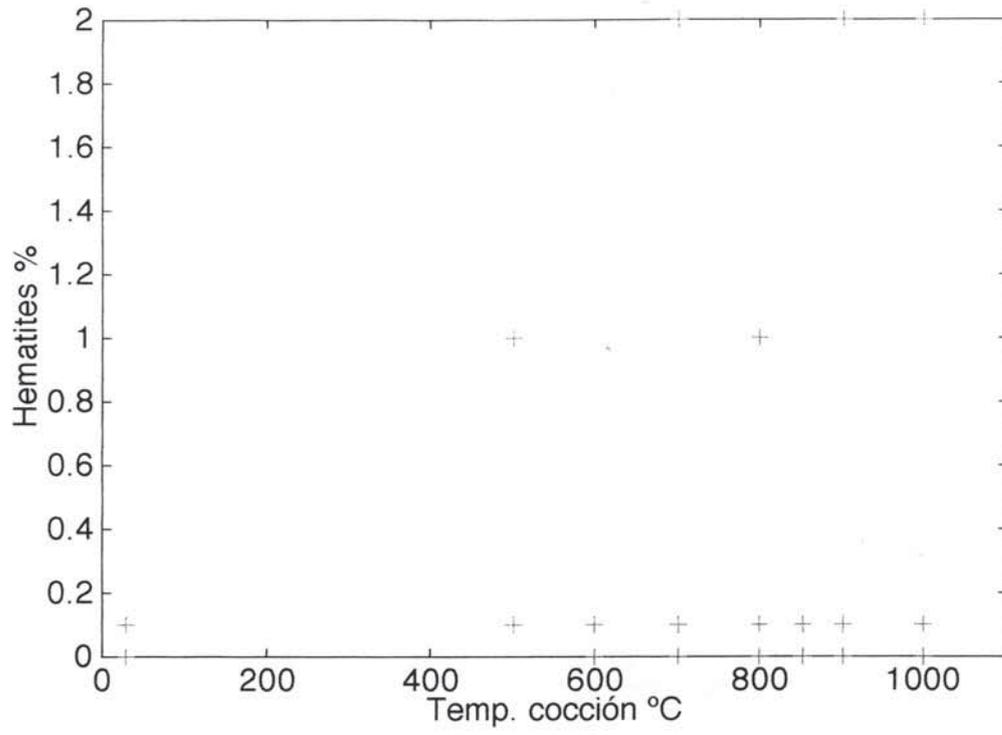


Fig. 8

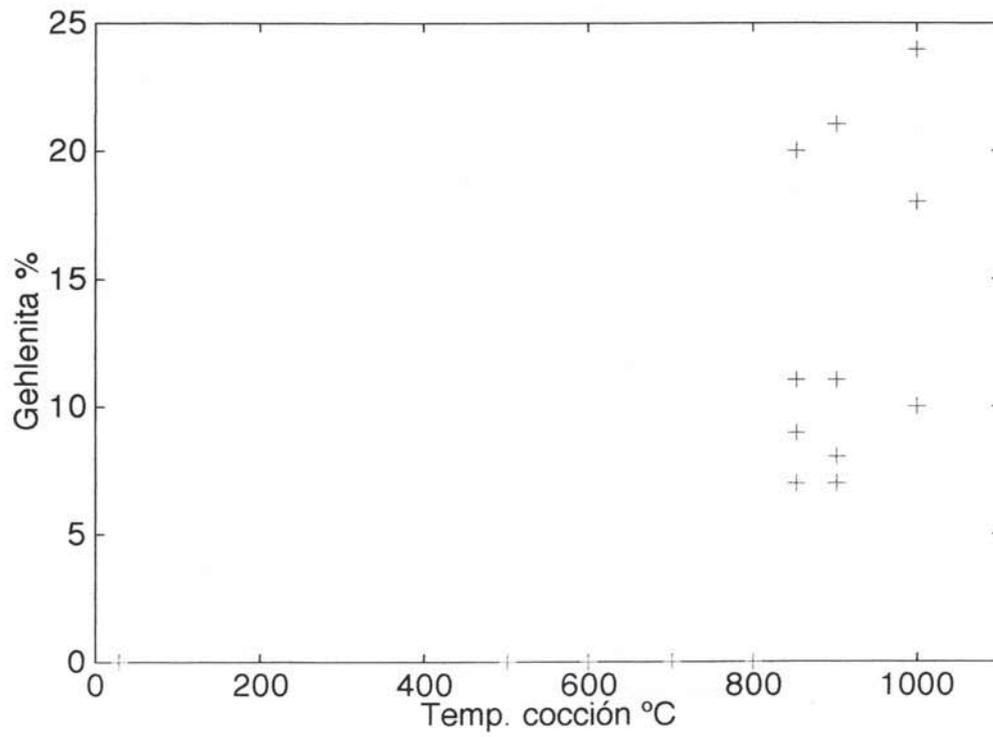


Fig. 9

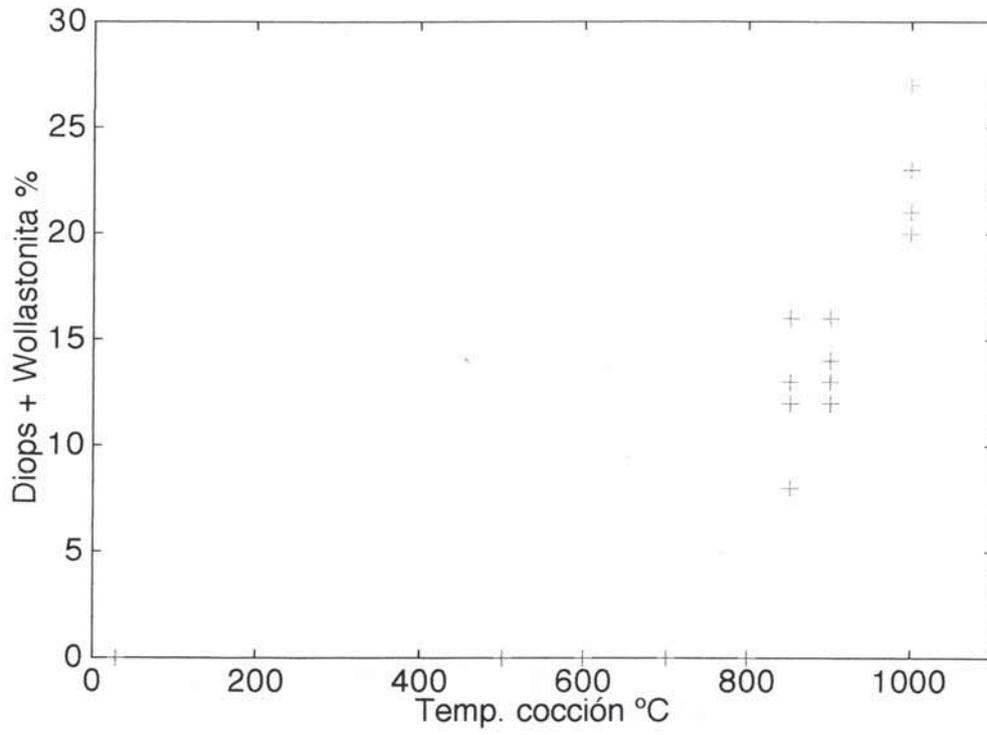


Fig. 10

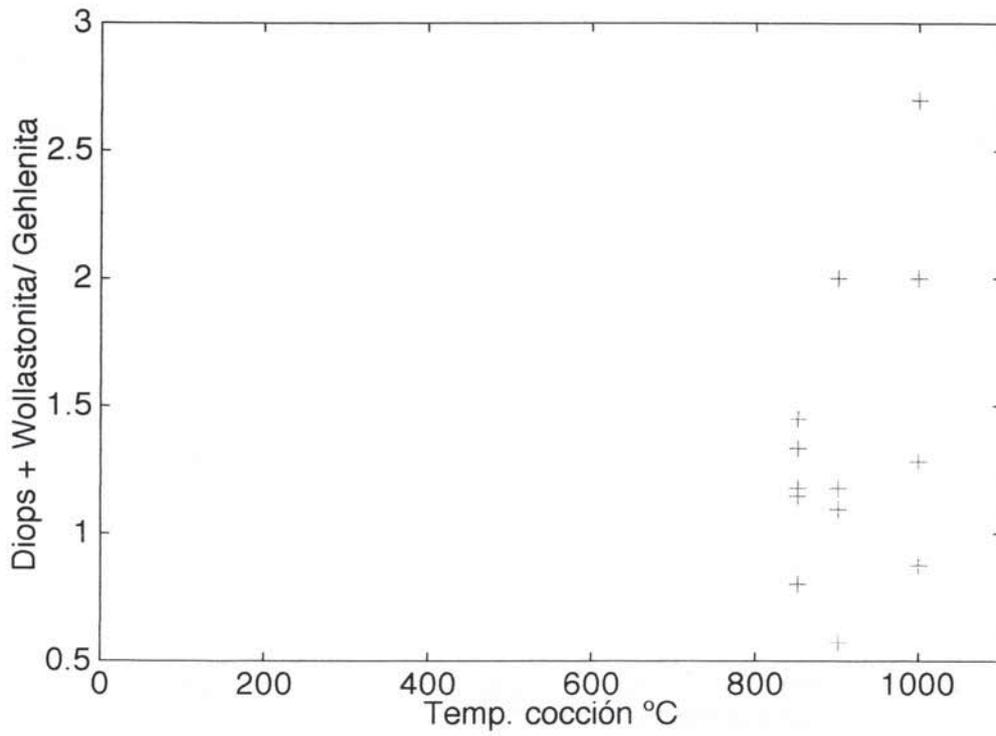


Fig. 11

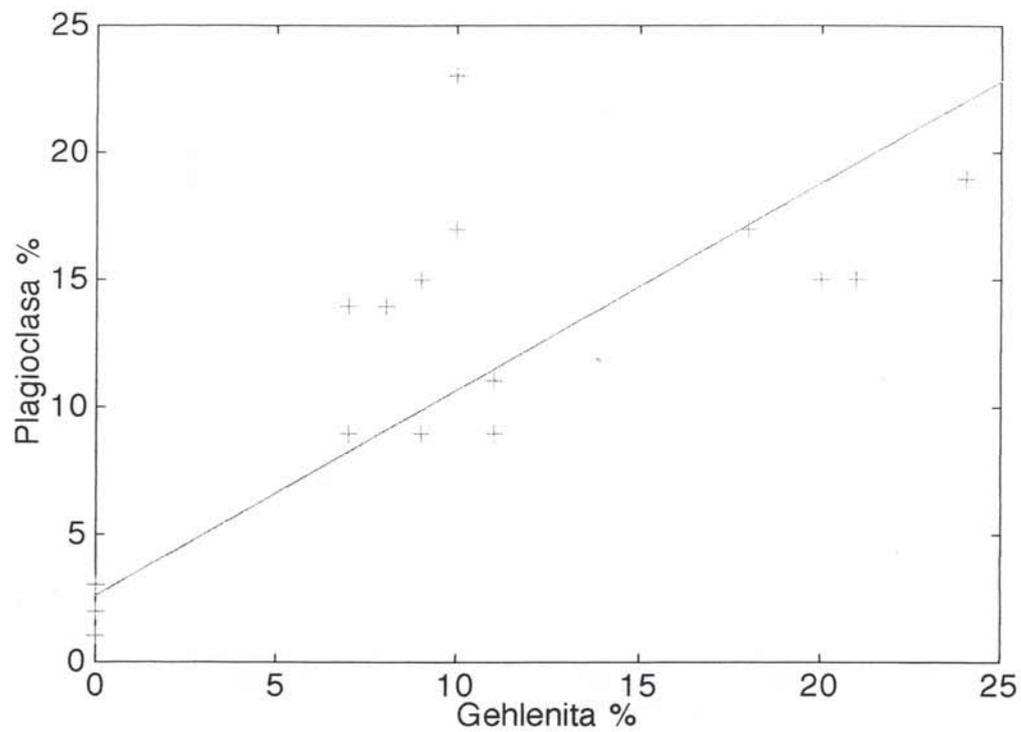


Fig. 12

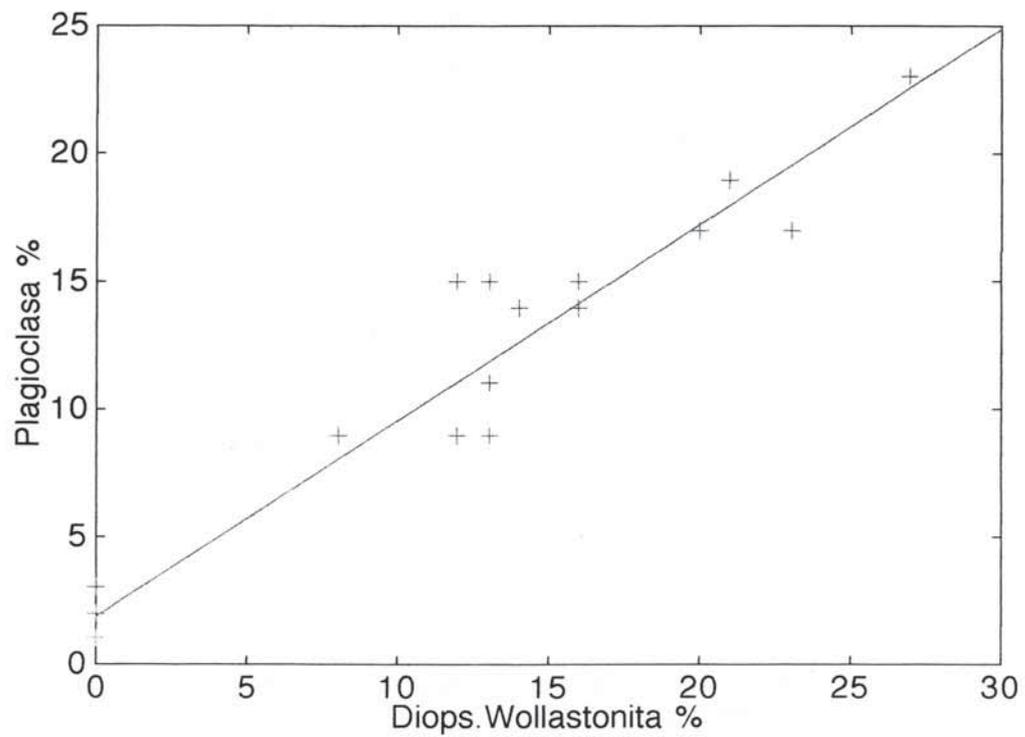


Fig. 13

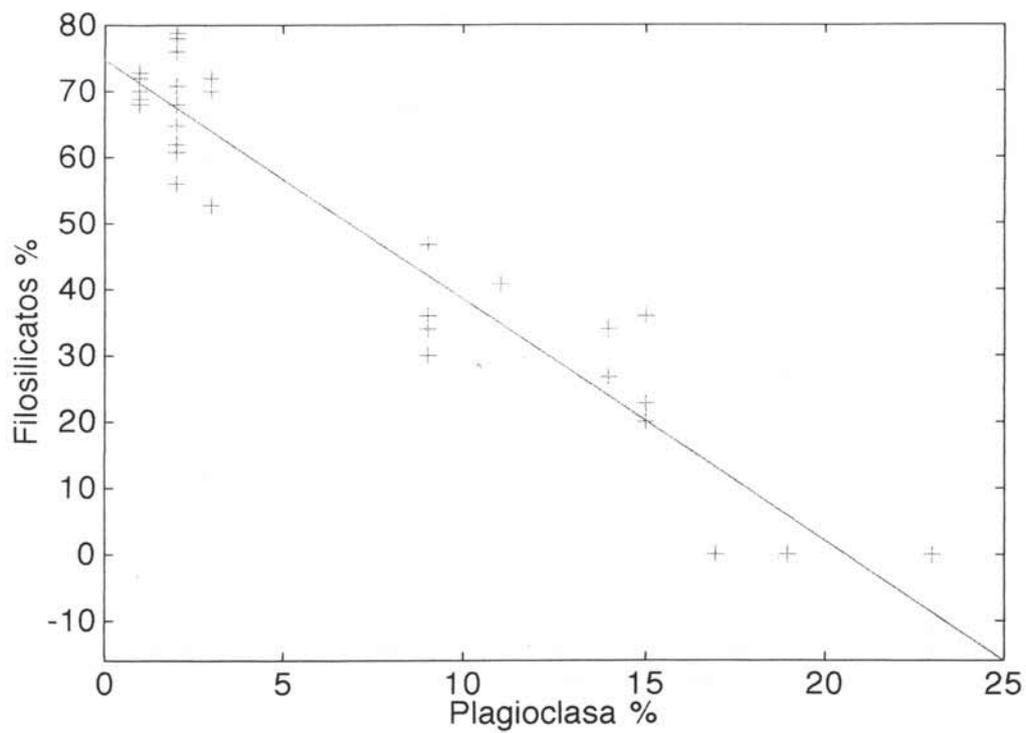


Fig. 14

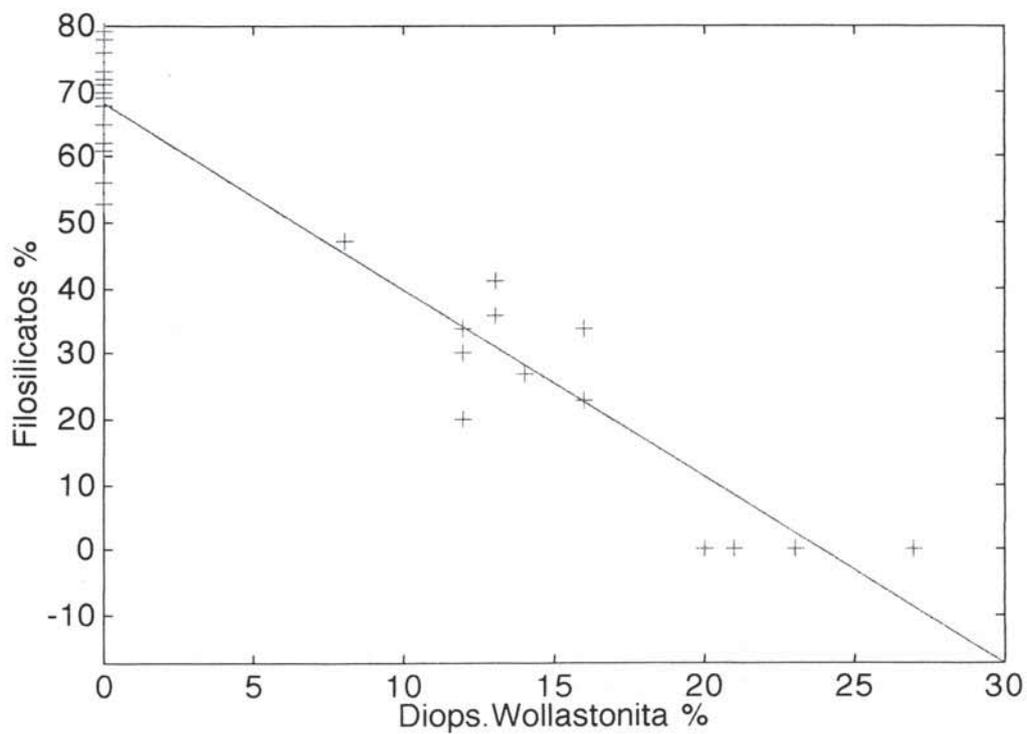


Fig. 15

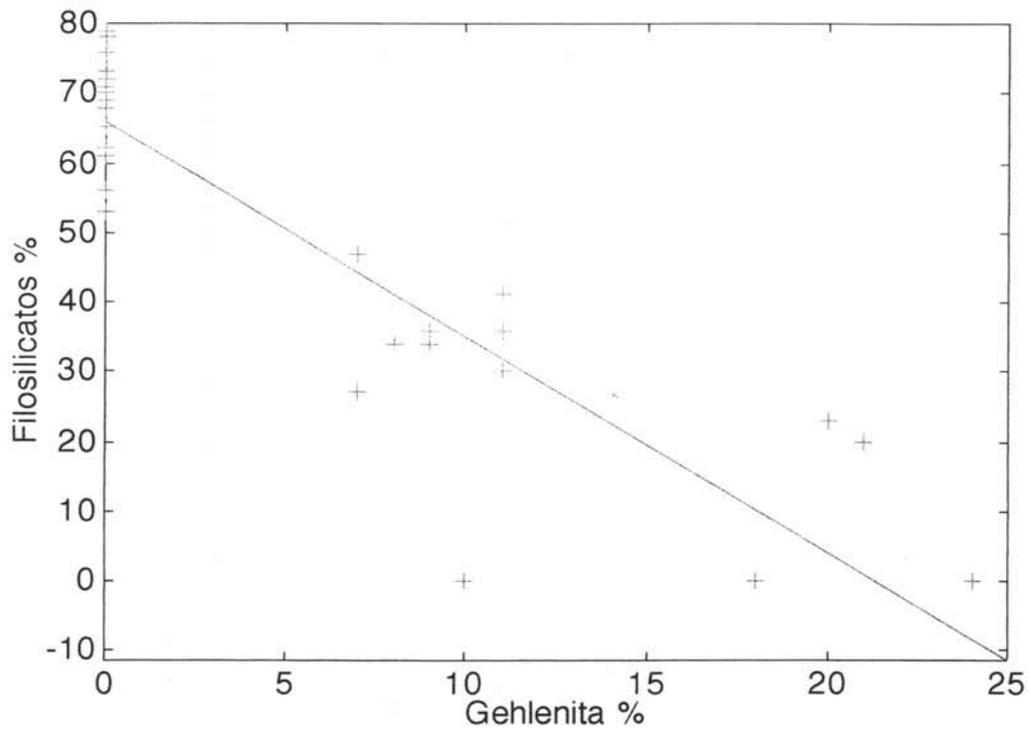


Fig. 16

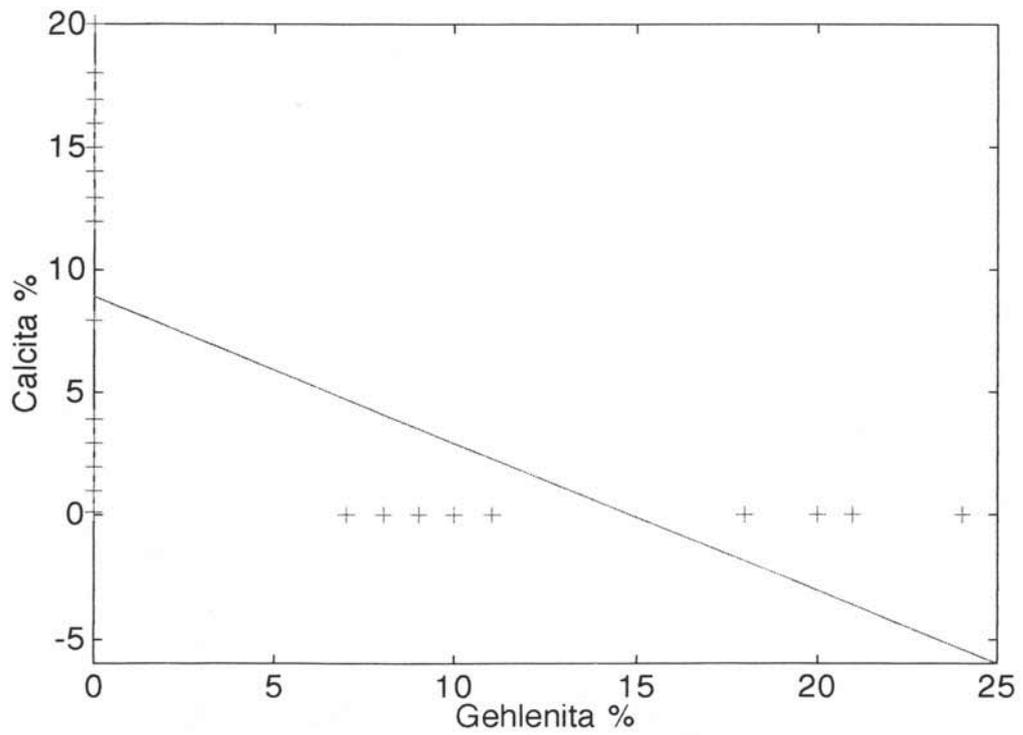


Fig. 17

